



REPUBLIQUE DU CONGO

Unité * Travail * Progrès



MINISTERE DU
DEVELOPPEMENT DURABLE
DE L'ECONOMIE FORESTIERE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

PRESTATIONS D'APPUI COMPLEMENTAIRE AU « PROJET D'APPUI A LA GESTION DURABLE DES FORETS DU CONGO »

ACTION :

APPUI A LA FORMATION MASTER / ENSAF
[UEMGF 708]

Activité : MASTER

*Changement climatique / Négociations
internationales / Mécanismes financiers liés au
carbone / Projets & Politiques*

Mission d'appui à l'ENSAF / Université Marien N'Gouabi

Prénom NOM : Olivier HAMEL



Enseignante titulaire : Rosalie MATONDO

Du 2 au 9 novembre 2013

TABLE DES MATIERES

Table des matières	2
1. Introduction	3
2. Organisation des cours.....	3
1. Planning des cours.....	3
2. Répartition des enseignements	4
3. Présentations liées aux changements climatiques et aux GES.....	4
4. Présentations liées aux négociations internationales et aux mécanismes liés au « carbone »	5
5. Conclusion	5
Liste des annexes	6

1. INTRODUCTION

Cet appui à la formation dispensé au sein de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ex IDR) fait parti d'une composante spécifique du projet PAGEF qui intéresse la formation niveau MASTER.

Cet enseignement a été réalisé par Olivier Hamel (Chercheur du CIRAD) et le Docteur Rosalie Matondo (Directrice Générale du PRONAR et enseignante à l'ENSAF), en étroite collaboration avec la direction de l'ENSAF (Professeur Henri BOUKOULOU - Directeur adjoint de l'ENSAF).

Cet enseignement, qui au départ devait cibler le « MASTER Recherche en Gestion Durable des Forêts naturelles et plantées » (MRGF), a finalement été étendu à l'ensemble des MASTERS de premier année de l'ENSAF qui couvre les secteurs de la foresterie, mais également l'agriculture et l'élevage.

C'est ainsi que le nombre d'étudiants MASTER recouvrant ces différents secteurs étaient au nombre de trente. Les étudiants, tous de nationalité congolaise, poursuivent leur cursus universitaire ou viennent de services publics. Quelques-uns sont pris en charge par des projets ou des ONG.

Pour le MASTER MRGF, l'Unité d'enseignement prise en compte correspond aux « Outils économiques de l'environnement » (UEMGF-708), qui intègre les éléments constitutifs suivants : Foresterie et Changement Climatique ; Atténuation des Gaz à Effet de Serre et Adaptation au Changement Climatique ; Economie et Environnement qui intègre les différents mécanisme liés au « carbone » du type Kyoto (MDP), Post KYOTO (REDD+) et Hors KYOTO (marchés volontaires).

La totalité de l'enseignement a été faite par Olivier Hamel et Mme Rosalie Matondo. L'un assurait la présentation des cours, pendant que l'autre assurait l'animation et la mobilisation des étudiants. Sur les trente étudiants à peu près 25 ont suivi de bout en bout l'enseignement. Si l'on considère les conditions matériels dont disposent les étudiants, on peut considérer cette assiduité comme très honorable.

2. ORGANISATION DES COURS

1. PLANNING DES COURS

Compte tenu des disponibilités financières de la composante « formation » du projet PAGEF, cette unité d'enseignement devait financièrement s'inscrire dans le cadre d'une mission globale de 6 jours.

Un enseignement de 21 heures, bloqué sur une semaine, représente pour les étudiants et l'enseignant des efforts importants. Ce ne sont pas les meilleures conditions pour assurer assimilation et bonne compréhension de disciplines et sujets aussi complexes. Il aurait été souhaitable que cet enseignement soit étalé sur deux semaines minimum.

Le temps des interventions a été réparti en sept demi-journées de 3 heures, soit au total 21 heures de cours.

2. REPARTITION DES ENSEIGNEMENTS

Pour maintenir la concentration des étudiants, les thématiques d'une demi-journée à l'autre. Ainsi, le matin, les sujets abordés traitaient des *gaz à effet de serre et du changement climatique* ; alors que l'après-midi la thématique était généralement ciblée sur les *négociations internationales et les mécanismes « carbone »*.

Toutes les présentations ont été faites sur Power Point. Les étudiants disposaient d'une copie papier des diapositifs, par ailleurs les présentations ont été également remises sous forme numérique à chaque étudiant via les responsables étudiants de chaque Master.

La liste des présentations figure dans les paragraphes 3 et 4 qui suivent. Chaque présentation est, par ailleurs, reprise en annexe de ce rapport, à raison de six diapositives par page.

3. PRESENTATIONS LIEES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET AUX GES

3.1. Le changement climatique - l'effet de serre

- 1- Radiation électromagnétique du soleil et de la terre
- 2- L'atmosphère terrestre
- 3- Interactions radiation et atmosphère
- 4- Le bilan radiatif
- 5- Le forçage radiatif
- 6- Le bilan effet de serre

3.2. Le changement climatique - il y a 400.000 ans à nos jours

3.3. Le changement climatique - le constat des faits aujourd'hui

- 1- Preuves biologiques
- 2- Preuves physiques

3.4. Le changement climatique - Origine des faits

3.5. Le changement climatique - Bilan global et cycle carbone sur la planète

3.6. Le changement climatique - Projection pour le futur et estimation pour 2100

3.7. Le changement climatique - Identification des sources d'émission de la planète

- 1- Emissions issues de la consommation énergétique
- 2- Emissions issues de l'utilisation des terres, du changement d'utilisation des terres et de la foresterie

3.8. Le changement climatique - Forêt et utilisation du sol : bases scientifiques

4. PRESENTATIONS LIEES AUX NEGOCIATIONS INTERNATIONALES ET AUX MECANISMES LIES AU « CARBONE »

4.1. De la Convention Cadre sur le Changement Climatique à la ratification du Protocole de Kyoto

4.2. Principes, critères et modalités du mécanisme de Développement Propre

- 1- Principes de base
- 2- Critères d'éligibilité
- 3- Processus méthodologiques
- 4- Projets de faible ampleur et Projets programmatiques
- 5- Evolution des marchés

4.3. Eclaircissements sur les unités et la terminologie liées aux mécanismes « carbone »

4.4. Le Principaux standards des marchés volontaires du carbone

4.5. Enjeux, Impacts et causes de la déforestation - Préambule au REDD

- 1- Enjeux
- 2- Impacts niveau stocks de carbone
- 3- Impacts niveau taux de déforestation
- 4- Causes de la déforestation

4.6. Démarche REDD+

5. CONCLUSION

Les étudiants semblaient intéressés, si l'on en juge par les nombreuses questions. Cependant, malgré le niveau master, ces étudiants ne semblent généralement pas familiers des formes d'enseignement académique. Une bonne partie n'ont connu que des méthodes scolaires classiques. Il est clair que certains concepts, certains graphiques, certaines images figuratives qui peuvent paraître explicites pour des étudiants du Nord en master, ne le sont pas pour eux.

Il est probable, que la quasi-totalité des étudiants n'ont jamais voyagé et que de nombreuses notions intéressant le changement climatique sont très abstraites pour eux. Cependant, les étudiants issus d'un milieu professionnel ont incontestablement une expérience qui leur permet de lever pas mal d'abstractions et de replacer les notions dans le concret. Mais, ce n'est pas le cas de la majorité des étudiants et une telle quantité d'informations en si peu de temps ne peut être facilement assimilée par la plupart des étudiants.

Alors que les étudiants disposent en général d'un ordinateur personnel, l'outil « internet » au sein de l'ENSAF est quasi inexistant. L'Université ne semble pas être mieux lotie, mais il

y a une installation financée par la Chine que les étudiants peuvent en principe utiliser. Il ne semble pas le faire pour des raisons que j'ignore.

Notons, par ailleurs, que les professeurs les renvois fréquemment sur les réseaux internet pour compléter leur formation. En l'absence de réseau adapté sur l'ENSAF, ils sont donc contraints d'aller surfer sur internet dans les cybercafés ... à leur frais. Mais dans tous les cas de figure, il serait très souhaitable qu'ils puissent bénéficier d'une formation méthodologique pour accroître leur efficacité sur ce type de recherche.

Les moyens infrastructurels et matériels de l'ENSAF sont naturellement très insuffisants. Les moyens de fonctionnement courants sont également dérisoires. La direction de l'ENSAF en est bien consciente. Les tutelles nationales devraient remédier à ces absences mais, faute de dotation, les bailleurs de fond qui souhaitent appuyer ces enseignements devraient prendre en charge les petits équipements indispensables à la multiplication des cours et à la projection des présentations. Si les conditions infrastructurelles actuelles de l'ENSAF devaient perdurer, il serait également extrêmement souhaitable que les locaux soient restaurés. Dans un pays où les secteurs forêt, agriculture et environnement sont cruciaux, ces « petits » investissements ne seraient pas du luxe.

Nous remercions la Direction de l'ENSAF et en particulier M. le Professeur Henri Boukoulou pour son accueil et sa disponibilité. Nous remercions Rosalie Matondo d'avoir accepté la constitution de ce binôme mutuellement enrichissant et pour sa grande disponibilité sur une semaine complète malgré ses importantes responsabilités.

Olivier Hamel

olivier.hamel@cirad.fr

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Annexe correspondant aux présentations « Changement Climatique et aux gaz à effet de serre »

Annexe 2 - Annexe correspondant aux présentations liées « aux négociations internationales et aux mécanismes financiers liés au « carbone »

ANNEXE 1

Présentations

Les Gaz à Effet de Serre et le Changement Climatique





Université Marien Ngouabi
 Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt
 MASTER RECHERCHE
 Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

Le changement climatique

Olivier Hamel
 Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013



Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Changement Climatique

- L'effet de serre
- Le constat des faits
- Origine des faits
- Le bilan et le cycle de carbone
- Conséquences pour le futur
- Identification des sources d'émission



Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Université Marien Ngouabi
 Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt
 MASTER RECHERCHE
 Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

Le changement climatique
1 - L'effet de serre

Olivier Hamel & Vincent Eschenbrenner
 Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013



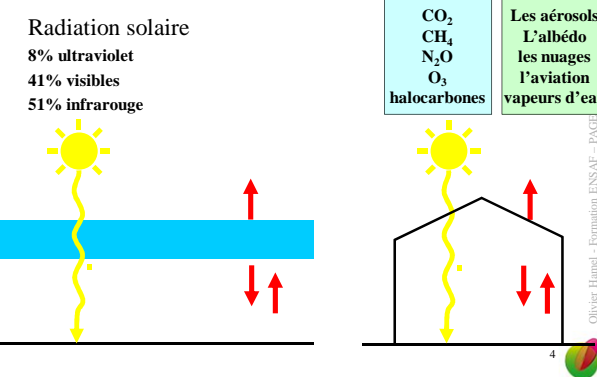
Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

L'effet de serre

Radiation solaire
 8% ultraviolet
 41% visibles
 51% infrarouge

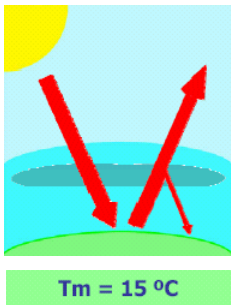
CO₂
 CH₄
 N₂O
 O₃
 halocarbones

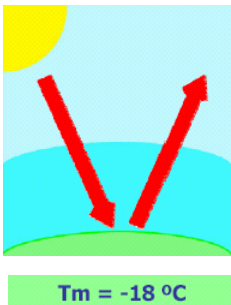
Les aérosols
 L'albédo
 les nuages
 l'aviation
 vapeurs d'eau



Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

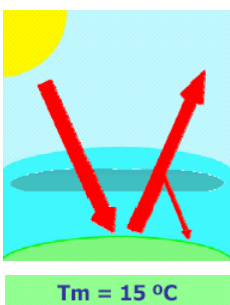
L'effet de serre
 Phénomène naturel

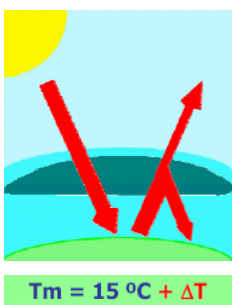

 Tm = 15 °C


 Tm = -18 °C

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

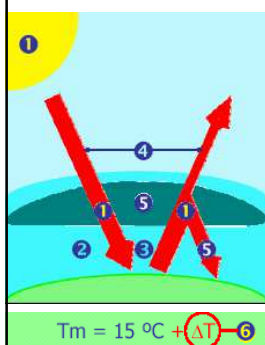
L'effet de serre
 Avec plus d'effet de serre


 Tm = 15 °C


 Tm = 15 °C + ΔT

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

L'effet de serre

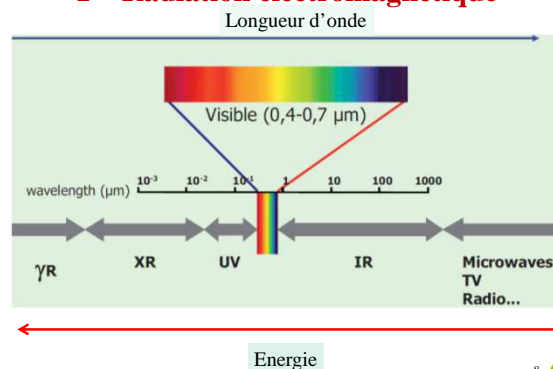


1. Radiation électromagnétique du soleil et de la terre
2. Atmosphère terrestre
3. Interactions radiation et atmosphère
4. Bilan radiatif
5. Forçage radiatif
6. Effet de serre

7

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

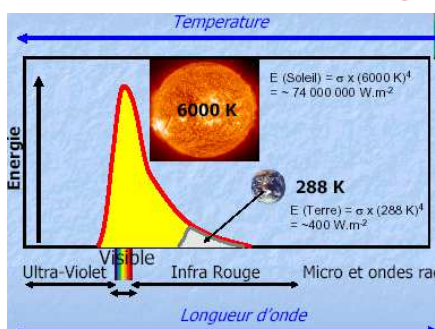
1 – Radiation électromagnétique



8

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

1 – Radiation électromagnétique



Radiation solaire
8% ultraviolet
41% visibles
51% infrarouge

9

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Retenir

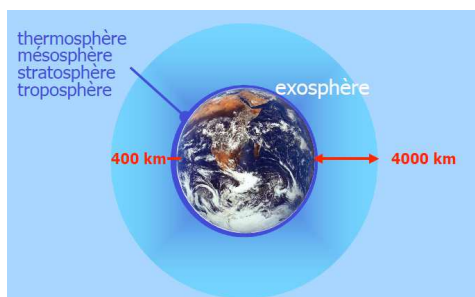
L'énergie solaire reçue par la terre est essentiellement dans le domaine du visible

L'énergie émise par la terre est essentiellement dans le domaine de l'infra-rouge

10

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

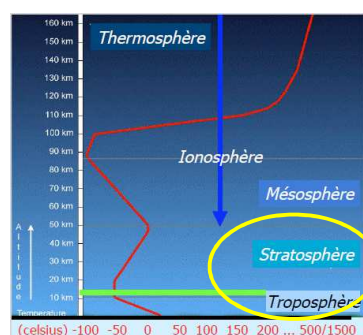
2. Atmosphère terrestre : Structure et température



11

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Structure et température

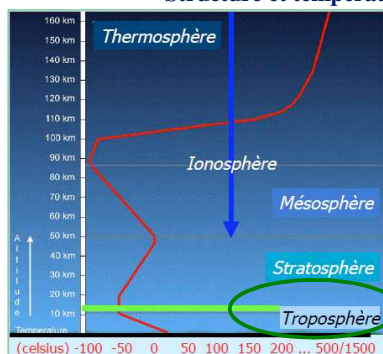


99% de la masse atmosphérique (5.000.000 Gt)

12

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Structure et température

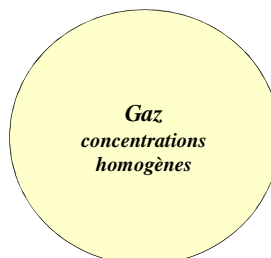


99% de H₂O_{vap}
Phénomènes climatiques

13

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

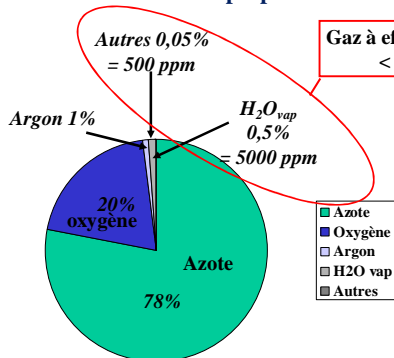
2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► composition



14

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

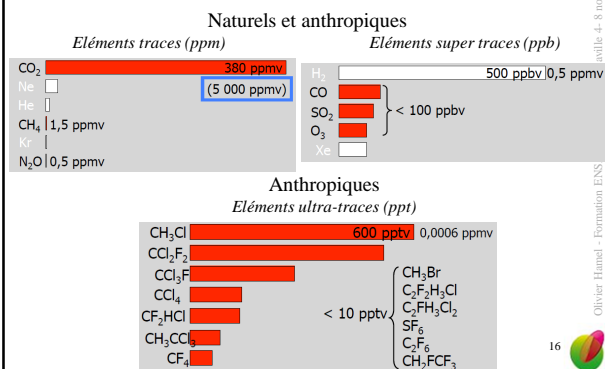
2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Gaz



15

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► autres éléments gazeux (0,05% = 500 ppm)



16

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Aérosols

Particules solides ou liquides très petites (< 10µm), en suspension dans un gaz

Origine naturelle



Origine anthropique



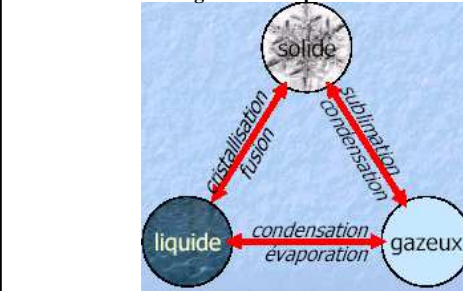
17

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Nuages

Masse visible de gouttelettes d'eau et/ou de cristaux de glace en suspension dans l'atmosphère

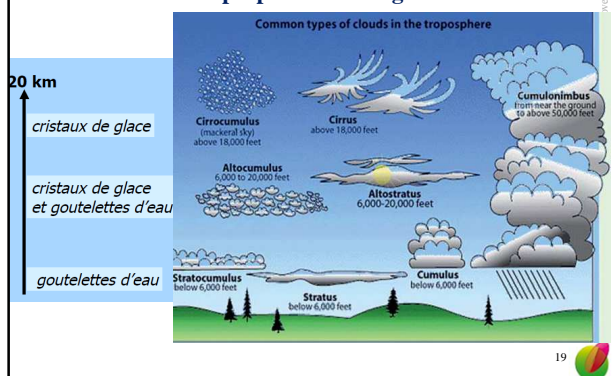
Les nuages : un état particulier de l'eau



18

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Nuages



19

peuhre 2013

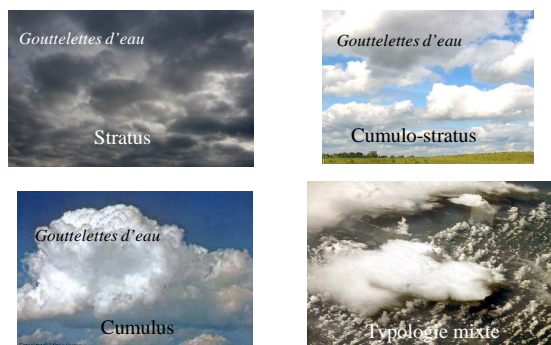
2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Typologie des nuages



20

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

2. Atmosphère terrestre : Troposphère ► Typologie des nuages



21

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Retenir :

Phénomènes météorologiques localisés
dans la basse atmosphère (troposphère ≤
18 km

Composition complexe

- 3 phases : gaz, aérosols et nuages
- 2 gaz principaux : N₂, CO₂, (99%)
- Nombreux gaz très peu abondants (<1%) dont les gaz à effets de serre

22

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

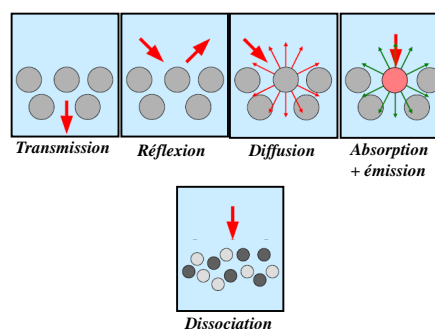
3. Interactions radiation et atmosphère

- Dépendent
 - Des longueurs d'onde des radiations incidentes
 - De la nature du matériau traversé :
 - Particules solides type aérosol
 - Molécules des gaz
 - Type de nuage

23

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

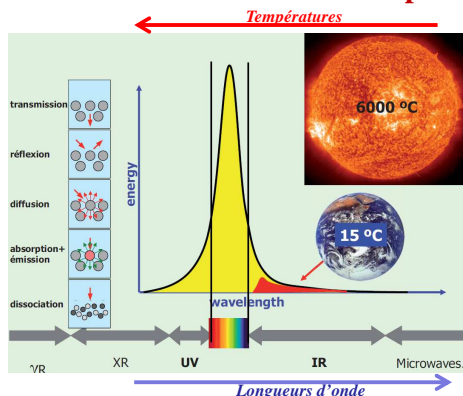
3. Interactions radiation / atmosphère



24

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

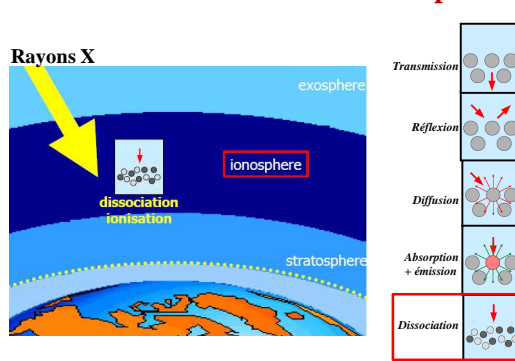
3. Interactions radiation / atmosphère



Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

25

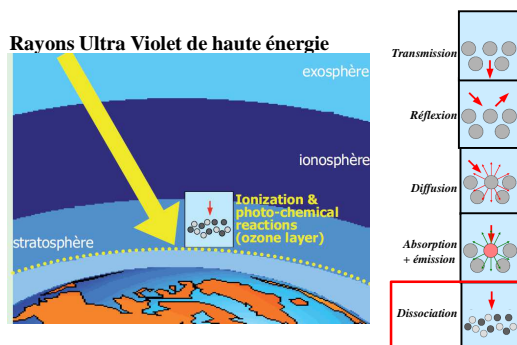
3. Interactions radiation / atmosphère



Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

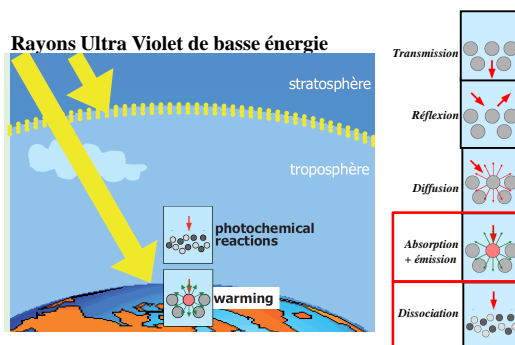
26

3. Interactions radiation / atmosphère



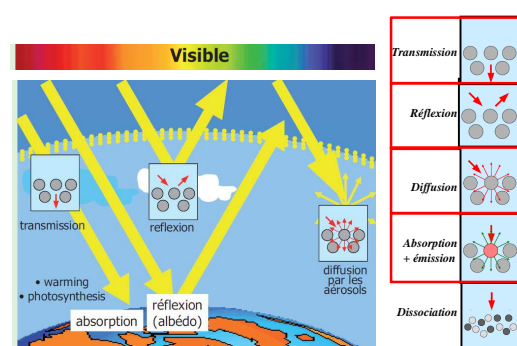
27

3. Interactions radiation / atmosphère



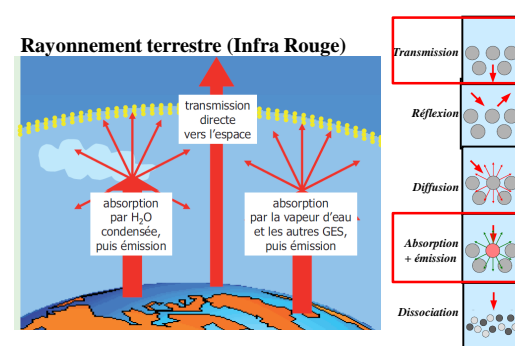
28

3. Interactions radiation / atmosphère



29

3. Interactions radiation / atmosphère



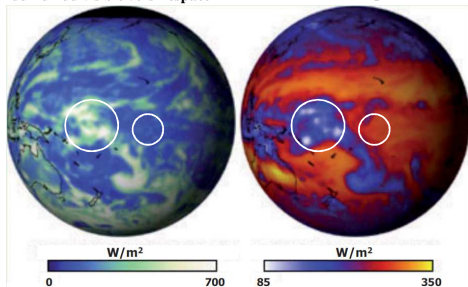
30

3. Interactions radiation / atmosphère

Réflexion et émission terrestre

Réflexion par les nuages, les neiges, les glaces
du flux du visible vers l'espace

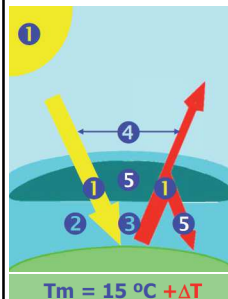
Emission terrestre du flux Infra Rouge vers l'espace



31

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan Radiatif

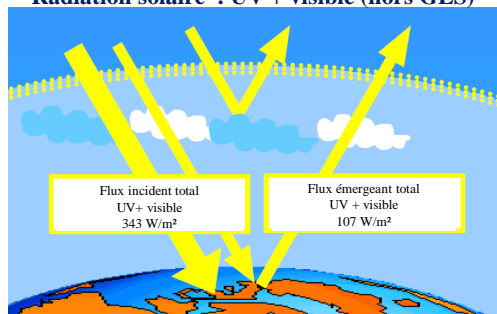


32

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan radiatif

Radiation solaire : UV + visible (hors GES)

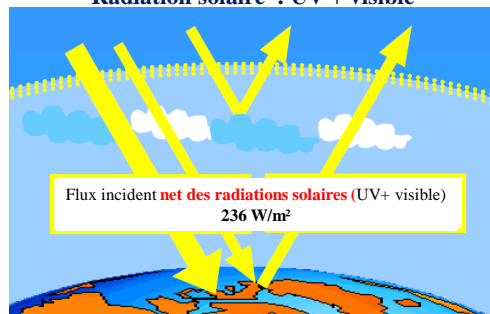


33

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan radiatif

Radiation solaire : UV + visible



34

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan radiatif

Radiation terrestre : IR (hors GES)

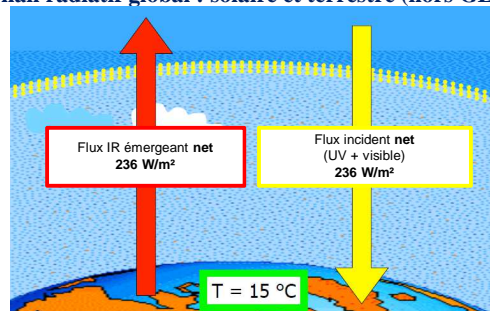


35

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan radiatif

Bilan radiatif global : solaire et terrestre (hors GES)



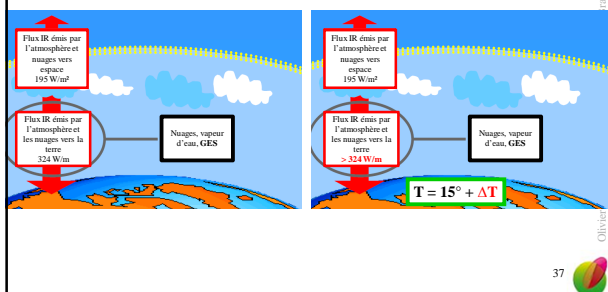
36

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

4. Bilan radiatif

Bilan radiatif global : solaire et terrestre

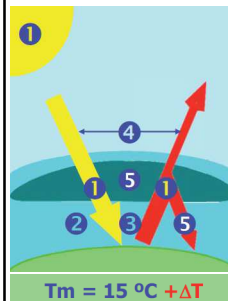
Impact des GES sur le bilan radiatif terrestre (IR)
et donc sur le bilan radiatif global



37

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

5. Forçage radiatif



38

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

5. Forçage radiatif

Comparaison de l'efficacité des GES au réchauffement

Potentiel de Réchauffement Global (PRG)
Global Warming Potential (GWP)

$$\text{GWP}_x = \frac{a_x \tau_x}{a_{\text{CO}_2} \tau_{\text{CO}_2}}$$

a_x (W/m²/kg): capacité d'absorption du rayonnement IR par le gaz x

τ_x (an): temps de résidence du gaz x

a_{CO_2} (W/m²/kg): capacité d'absorption du rayonnement IR par le CO₂

τ_{CO_2} (an): temps de résidence du CO₂

39

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

5. Forçage radiatif

PRG /GWP des principaux GES

gas	CO ₂	H ₂ O _{vap}	CH ₄	N ₂ O
GWP	1	8	25	298

gas	CFC	HCFC	HFC	SF ₆	SF ₅ CF ₃
GWP	6 000 - 14 400	77 - 2310	124 - 14 800	22 800	17 700

D'où la notion de
tonne d'équivalent CO₂tCO₂ eq

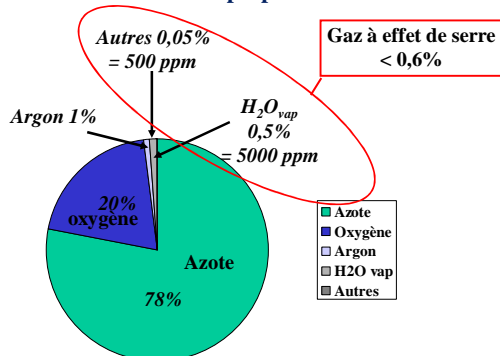
1 ton CH₄ = 25 tCO₂-eq
1 ton N₂O = 298 tCO₂-eq
1 ton SF₆ = 22 800 tCO₂-eq

40

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Rappel : Atmosphère terrestre :

Troposphère ► Gaz



41

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

5. Forçage radiatif

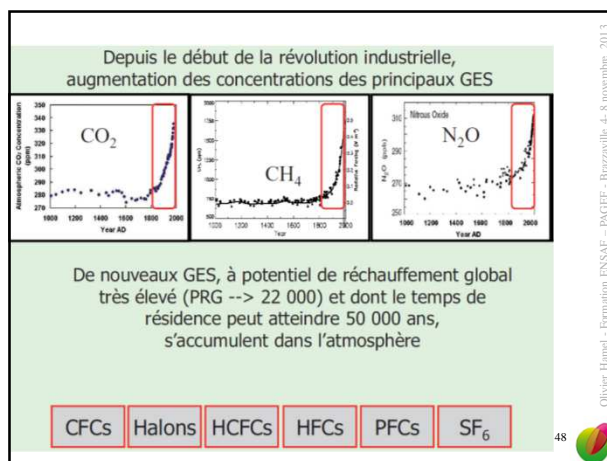
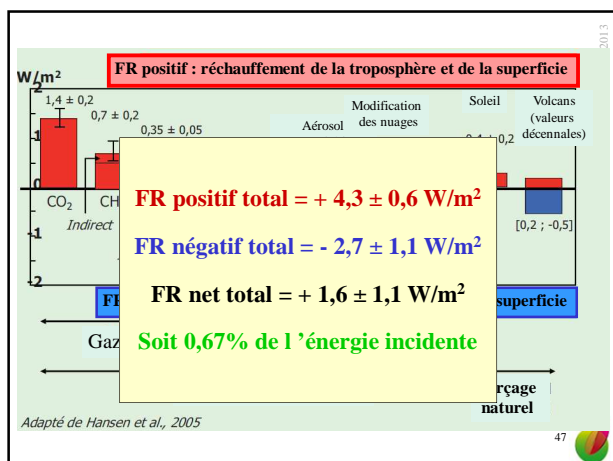
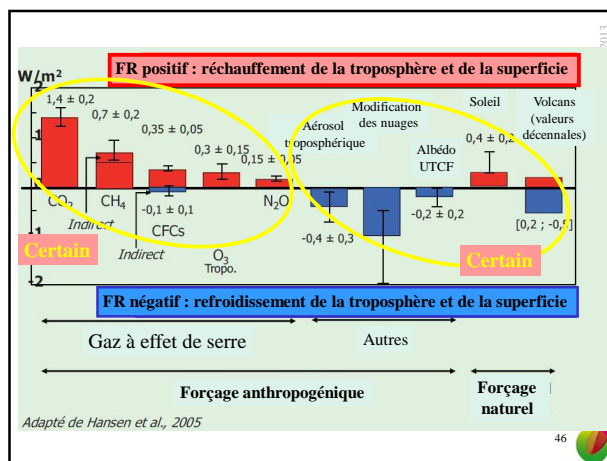
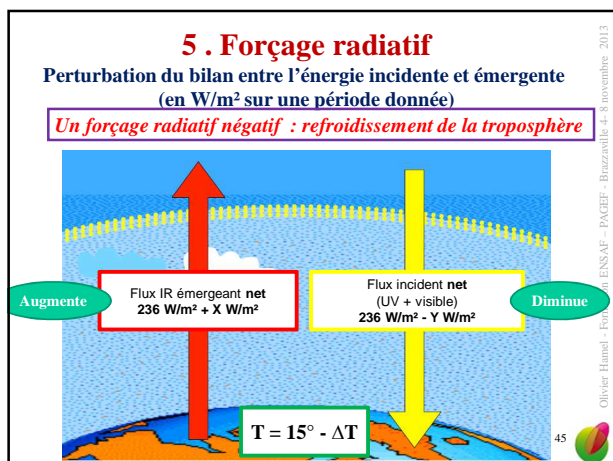
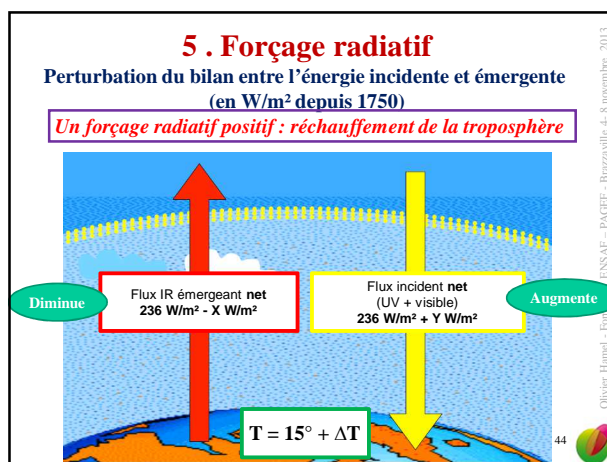
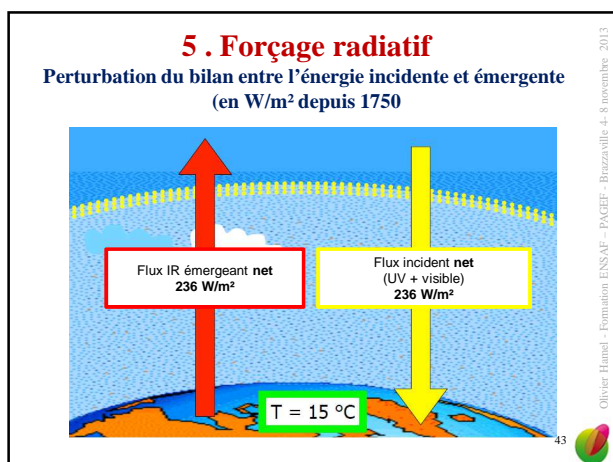
PRG /GWP des principaux GES

Efficacité pour l'effet de serre en fonction de
la concentration dans l'atmosphère

gas	GWP	concentration (ppmv)
H ₂ O _{vap}	8	5 000
CO ₂	1	381
CH ₄	25	1,7
N ₂ O	298	0,3
SF ₆	22 800	0,000 004

42

Oliver Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Conclusion

- Il n'y a pas que les GES qui contribuent à l'effet de serre
- Les mécanismes de l'effet de serre sont complexes, mais connus...
- Bien que l'ampleur de la contribution des aérosols et des nuages soit encore imprécise
- Depuis le début de la révolution industrielle, il y a augmentation des concentrations des principaux GES. De nouveaux GES, à potentiel de réchauffement global très élevé (PRG → 22 000) et dont le temps de résidence peut atteindre 50 000 ans, s'accumulent dans l'atmosphère
- La majorité des GES (sauf le CO₂ et la vapeur d'eau), ainsi que les aérosols, sont des polluants

49

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



MERCI



50

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

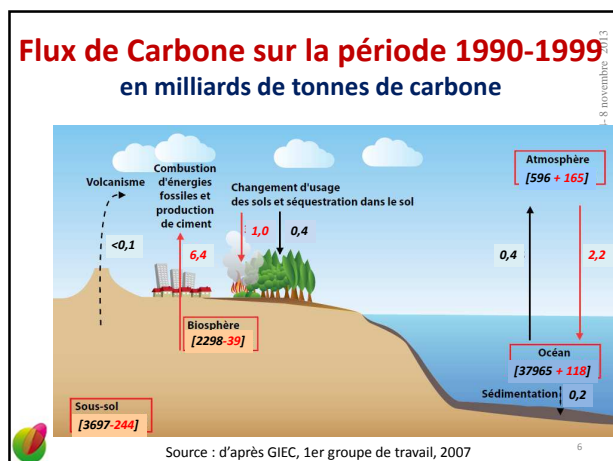
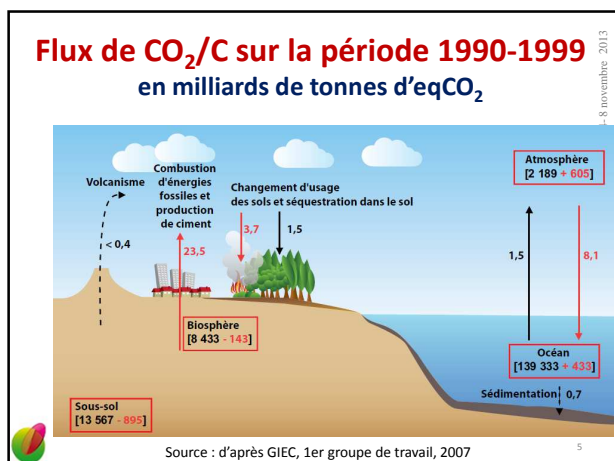
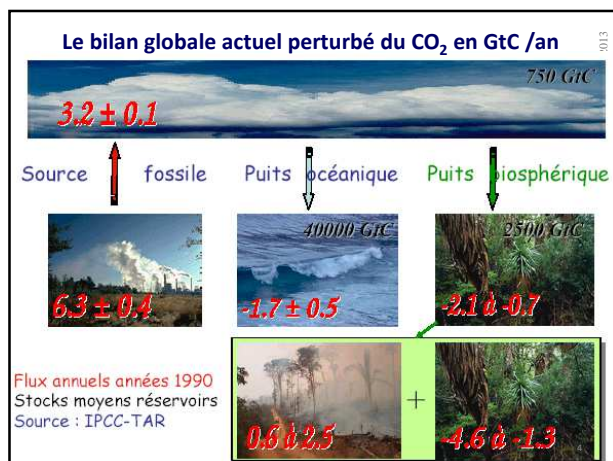
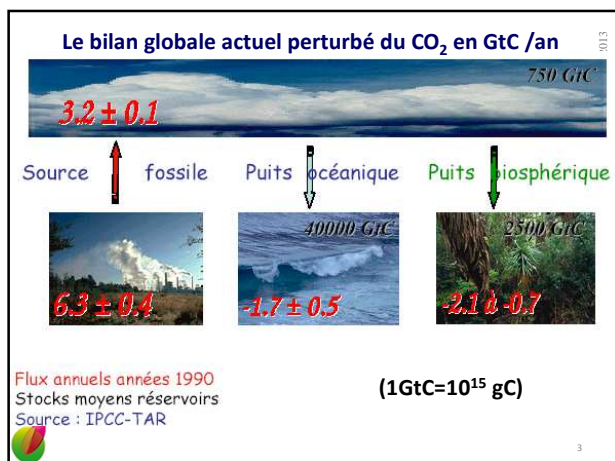
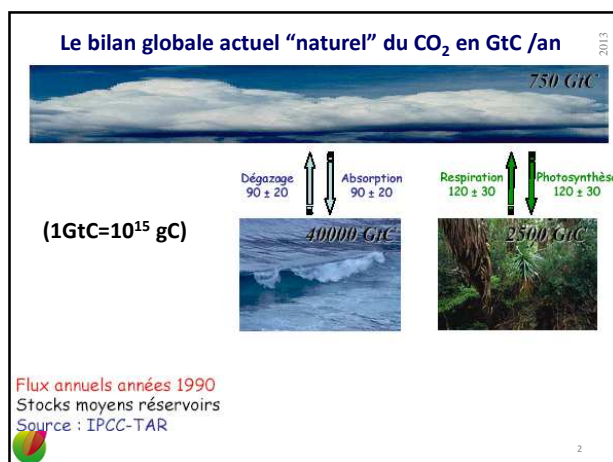


Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

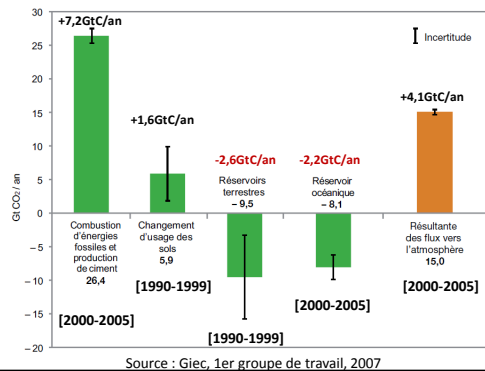
**Le changement climatique
5 – Bilan global et cycle du
carbone sur la planète**

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

cirad



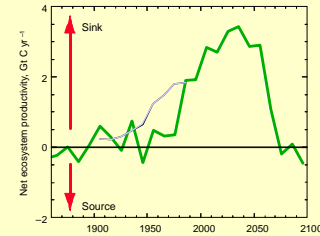
Flux annuels nets de C vers l'atmosphère par source et réservoir et incertitudes



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Accroissement de l'absorption nette terrestre de C durant le 21 siècle puis inversion de la tendance

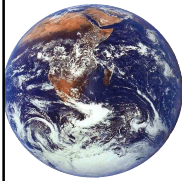
Global Net Ecosystem Productivity



Predicted effects of changes in climate and atmospheric CO₂ on the global net uptake of carbon by terrestrial ecosystems -- this model shows the sink maximizing in about 2050 and declining to zero by 2100 -- other models tend to show constant or less of a decline after 2050

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Université Marien Nguabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées



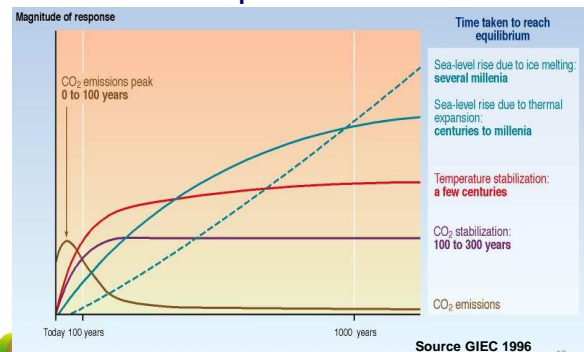
Le changement climatique 6 – Projection pour le futur & estimation pour 2100

Olivier Hamel

Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

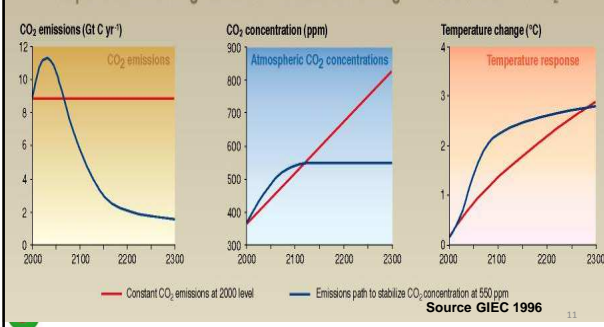
Grandes inerties de tous les indicateurs (CO₂, T°, niveau de la mer) même si les émissions sont drastiquement réduites



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

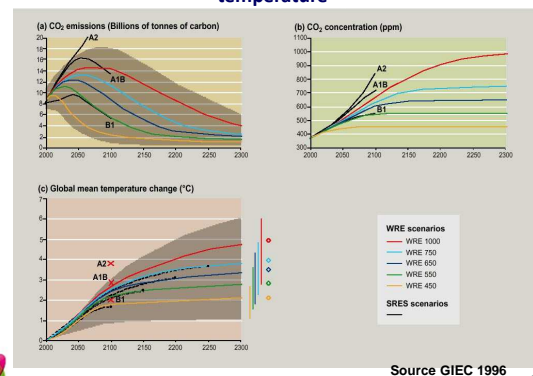
Des émissions constantes de CO₂ n'entraînent pas une stabilisation de la concentration atmosphérique

Impact of stabilizing emissions versus stabilizing concentrations of CO₂

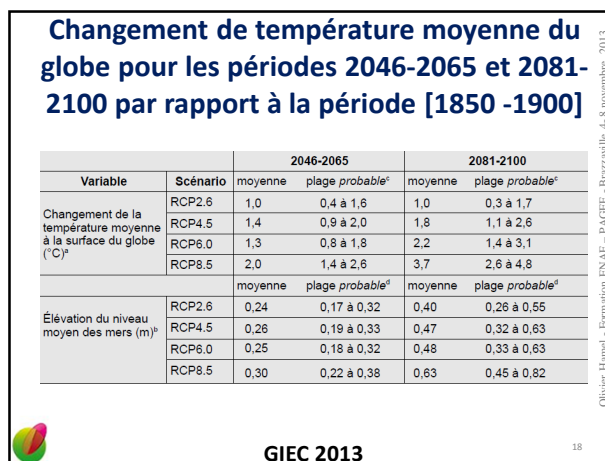
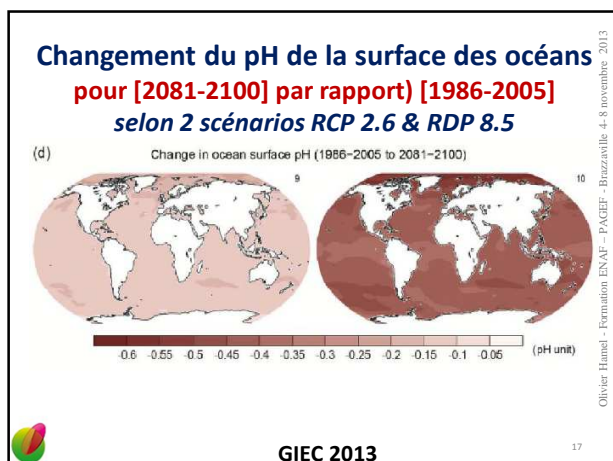
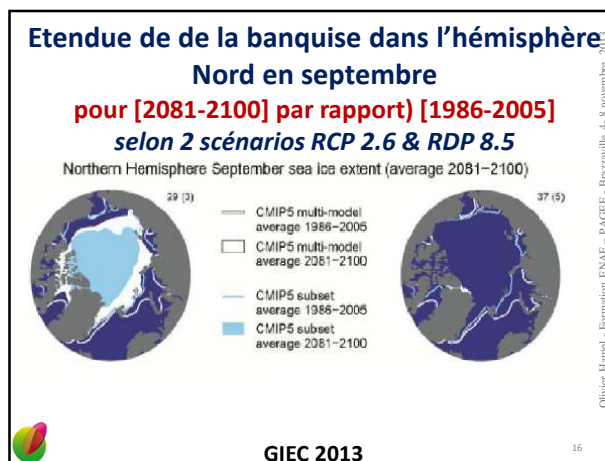
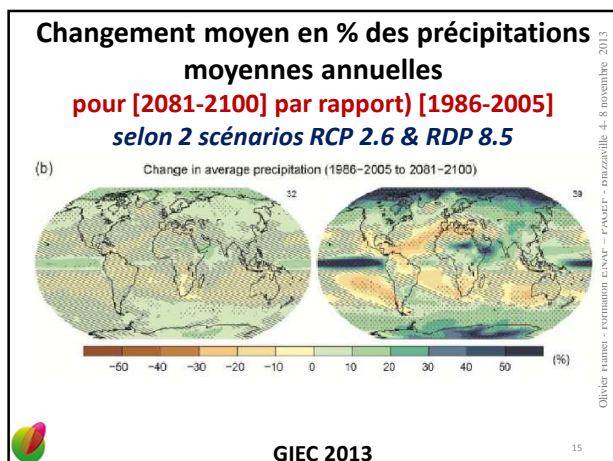
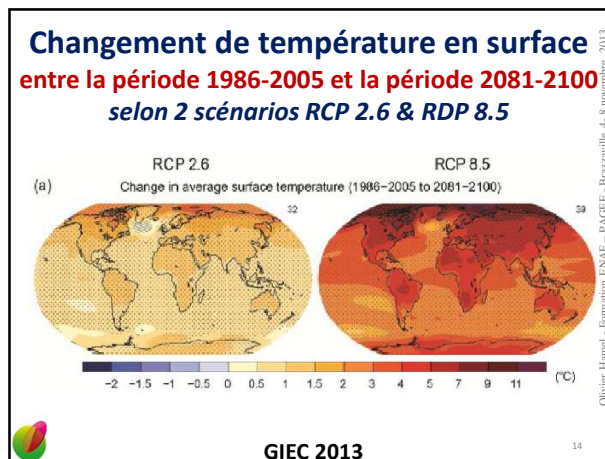
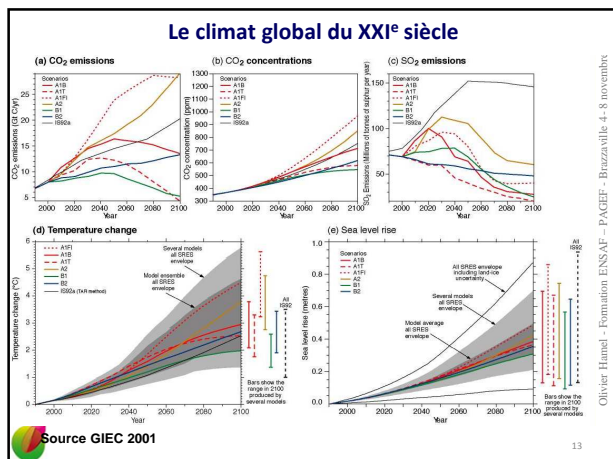


novembre 2013

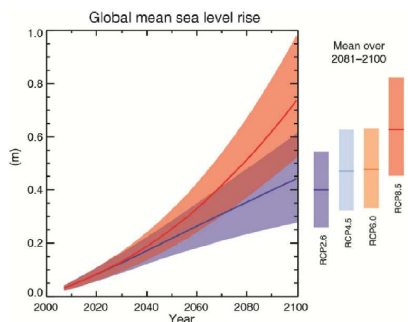
En cas de politiques visant à stabiliser la concentration de CO₂ sur certains seuils : impacts sur les émissions autorisées et sur la température



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Changement du niveau moyen des mers au XXI^e siècle par rapport à la période 1986-2005



GIEC 2013

19

Emissions cumulées de CO₂ sur la période 2012-2100 (en GtC)

selon 4 scénarios

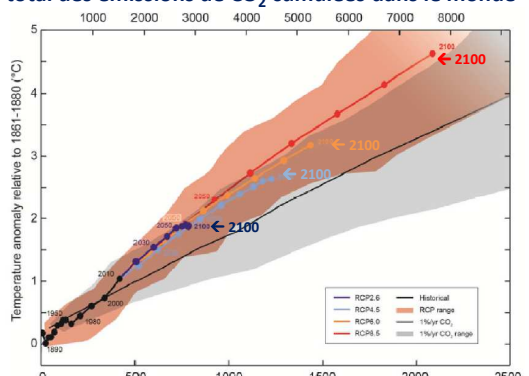
Scénario	Emissions cumulées de CO ₂ 2012-2100 (en GtC ^a)	
	Moyenne	Plage
RCP2.6	270	140 à 410
RCP4.5	780	595 à 1005
RCP6.0	1060	840 à 1250
RCP8.5	1685	1415 à 1910

1 GtC = 3,67Gt de CO₂

GIEC 2013

20

Augmentation de la température moyenne en fonction du total des émissions de CO₂ cumulées dans le monde



GIEC 2013

21

IPCC Conclusion

Terminology	Likelihood of the occurrence/ outcome
Virtually certain	> 99% probability of occurrence
Very likely	> 90% probability
Likely	> 66% probability
About as likely as not	33 to 66% probability
Unlikely	< 33% probability
Very unlikely	< 10% probability
Exceptionally unlikely	< 1% probability

"...most of the observed warming over the last 50 years is very likely to have been due to the increase in green house gas concentrations."
IPCC 4AR (2007)

22

Evolution of IPCC Conclusion 1990

- 1990 : Nous ne savons pas
- 1995 : Peut être
- 2001 : Oui
- 2007 : OUI
- 2013 : Oui confirmation

23

MERCI



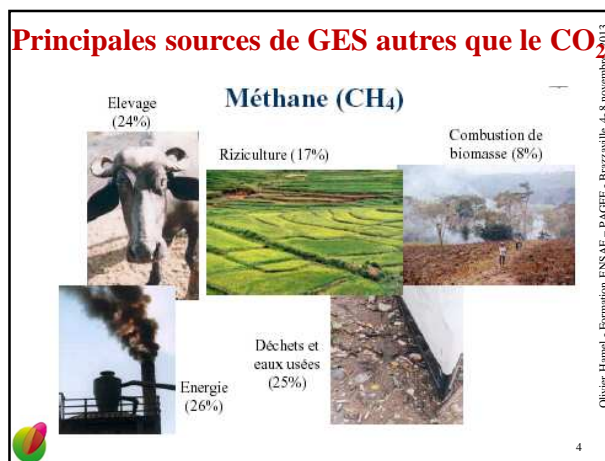
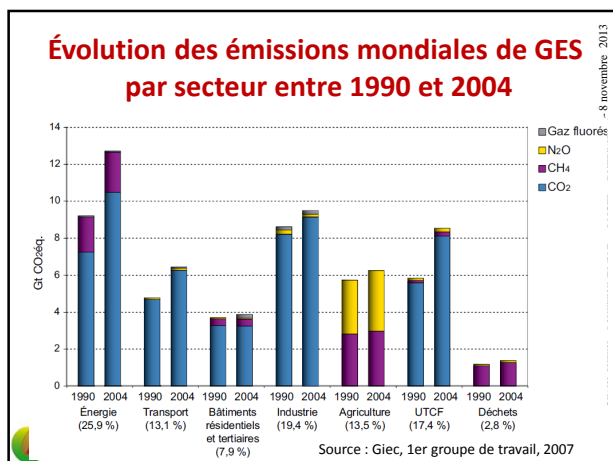
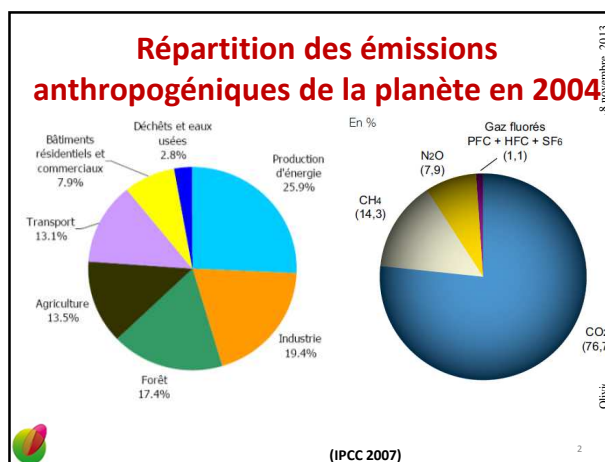
24

Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt
MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

**Le changement climatique
7 – Identification des sources
d'émissions sur la planète**

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

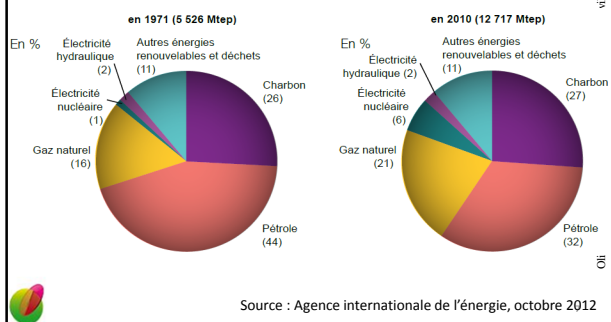
cirad



**Le changement climatique
7 – Identification des sources
d'émissions sur la planète**

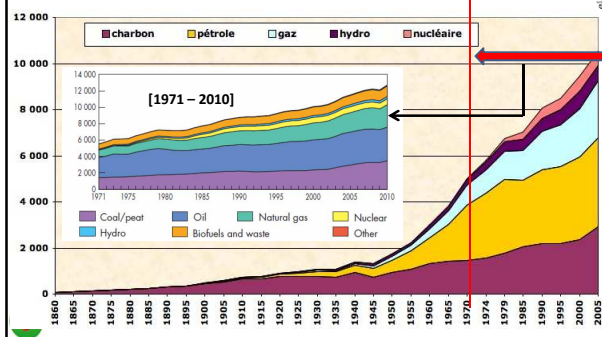
7 – 1. Emissions issues de la consommation énergétique

Mix énergétique primaire dans le monde

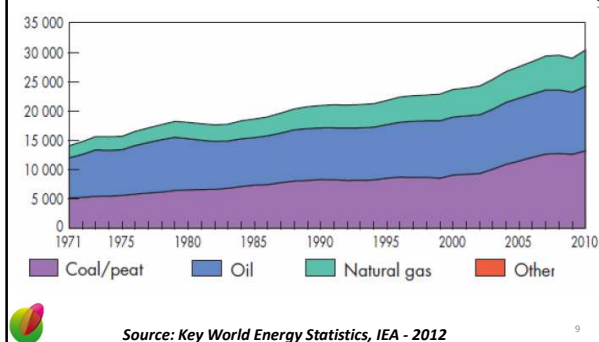


Evolution de la consommation d'énergie primaire (en millions de tep) par source

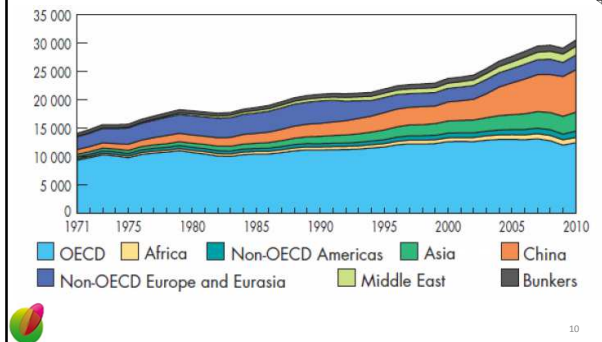
Depuis 1860



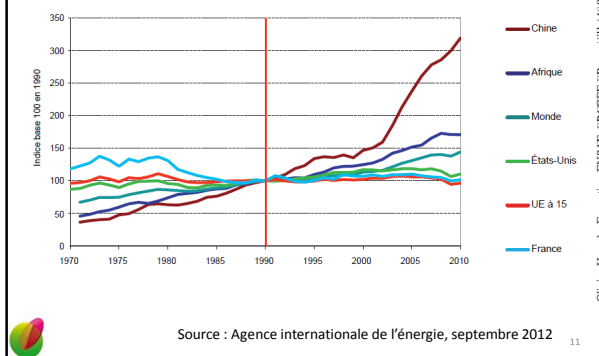
Evolution des émissions de CO₂ par type de combustible (millions de t de CO₂)



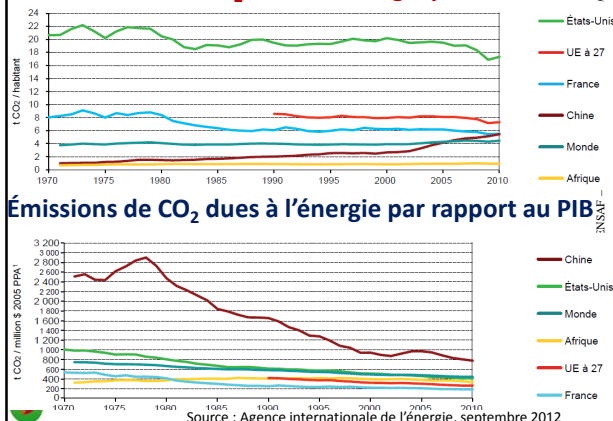
Evolution des émissions de CO₂ par zone économique (millions de t de CO₂)

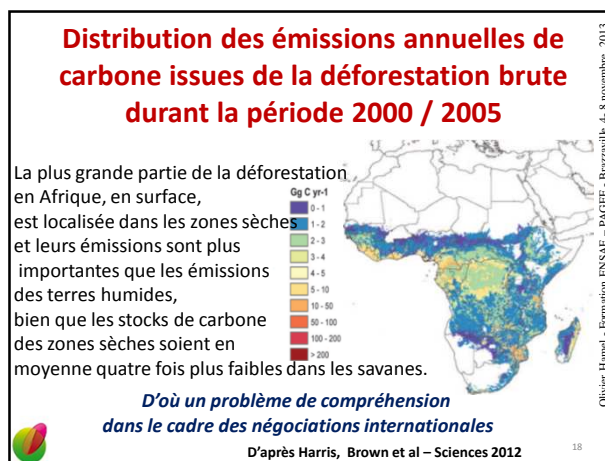
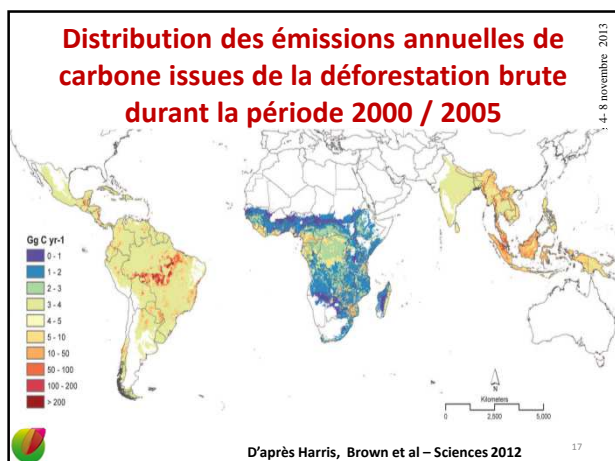
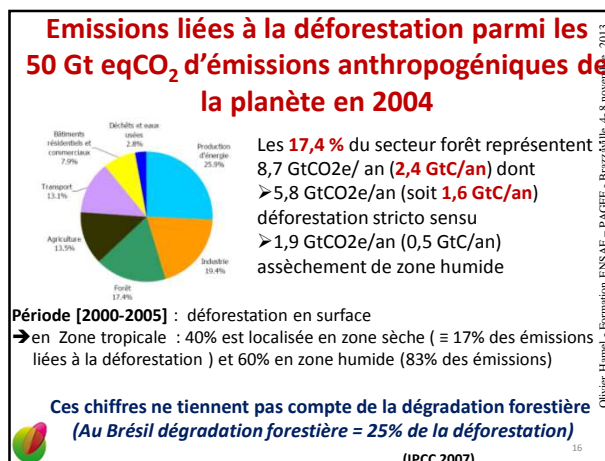
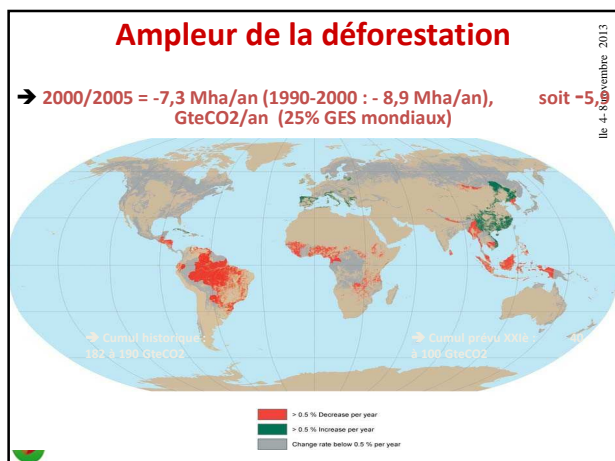
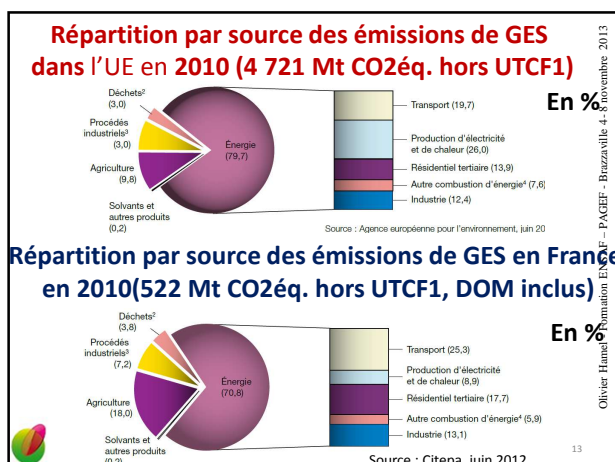


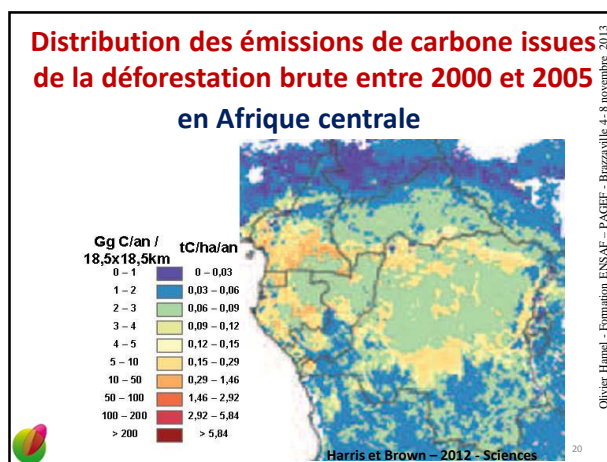
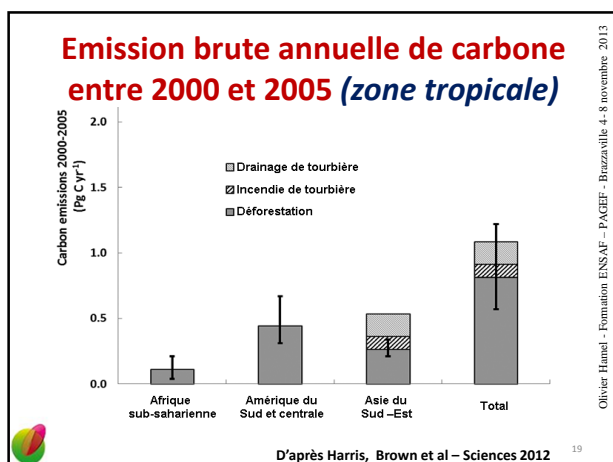
Emissions en Mt CO₂ dues à la combustion d'énergie dans le monde



Émissions de CO₂ dues à l'énergie par habitant



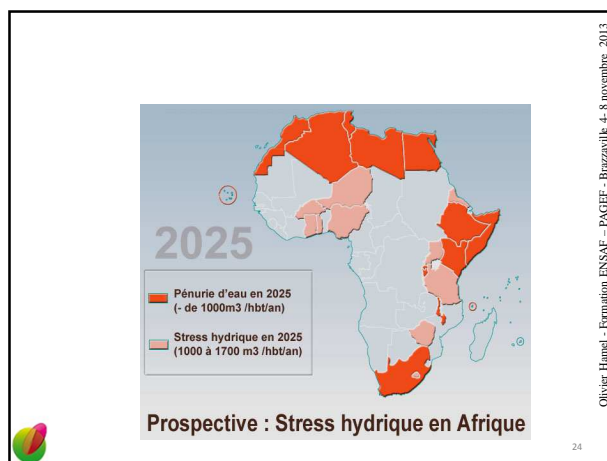
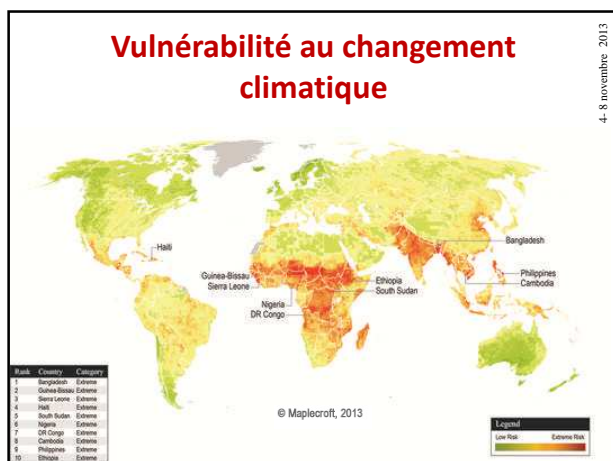
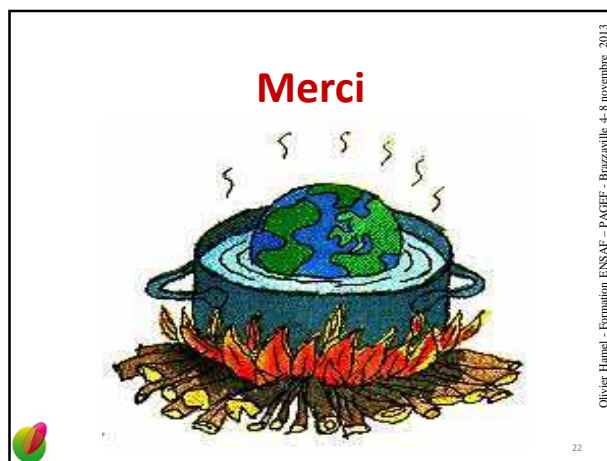




Comparaison des estimations d'émissions pour chaque pays du BdC selon EDF 2010 et Harris, Brown et al 2012

	2000-2005 - Harris et Brown					2000-2005 - Ernst et al				
	Sur écosystèmes avec CA ≥ 25%					Sur Forêt Dense Humide				
	Surface en Million ha	Déforestation brute en millier ha/an	Taux annuel	Stock moyen t/ha	Emission en Million tC/an	Surface en Million ha	Déforestation brute en millier ha/an	Taux annuel	Stock* t/ha	Emission** en Million tC/an
Cameroun	26	54	0,208	142	7	19,1	32	0,17	152	5
Congo	23	26	0,113	160	3	21,3	34	0,16	138	5
Gabon	19	24	0,126	164	4	22,5	16	0,07	153	2
Guinée Equatoriale	2	3	0,150	160	1	2,1	-	-	153	-
RCA	36	65	0,181	66	4	6,9	7	0,10	154	1
RDC	167	203	0,122	128	23	114,5	366	0,32	145	53
Total BdC	273	375	0,137	127	42	186,4	485	0,26	146	71

*Hors carbone du sol **extrapolation



Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
MASTRE RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

**Le changement climatique
8 – forêt et utilisation du sol
bases scientifiques**

Olivier Hamel & Bruno Locatelli
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

Que veut dire LULUCF ?

- Land Use, Land Use Change and Forestry (Utilisation du Sol, Changement d'Utilisation du Sol et Foresterie)
- Un terme beaucoup utilisé par les scientifiques ou les politiques

Voir le rapport spécial de l'IPCC sur LULUCF (2001)

Internet: http://www.grida.no//climate/ipcc/land_use/

Introduction

Source de carbone ou puits de carbone (émissions, fixation, séquestration)

Forêts

Changement Climatique

Impacts du changement climatique
Vulnérabilité des forêts, Adaptation

Plan

1- Au niveau de la forêt :
Concepts de base pour le rôle des écosystèmes

2- Au niveau du secteur forestier :
Activité qui peuvent atténuer le changement climatique

**1- Au niveau de la forêt :
Concepts de base pour le rôle des écosystèmes**

Flux

Source

Puits

Emission

Stockage

Fixation

Séquestration

Une forêt = un stock de carbone

Le stock de carbone dans les arbres est très corrélé au volume de bois

Feuilles

Branches

Troncs

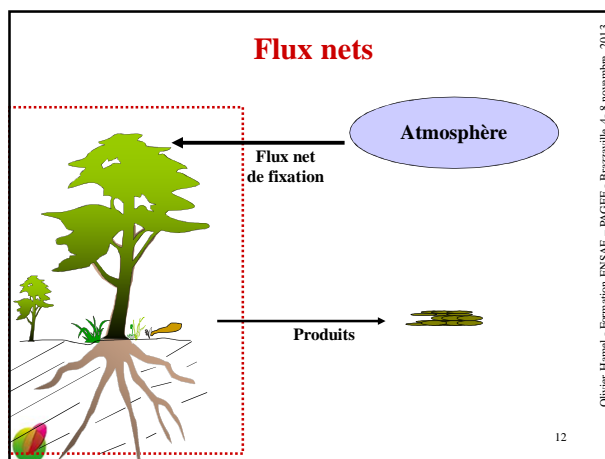
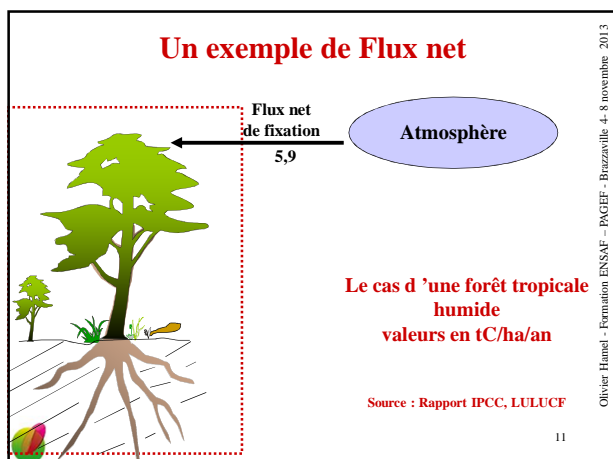
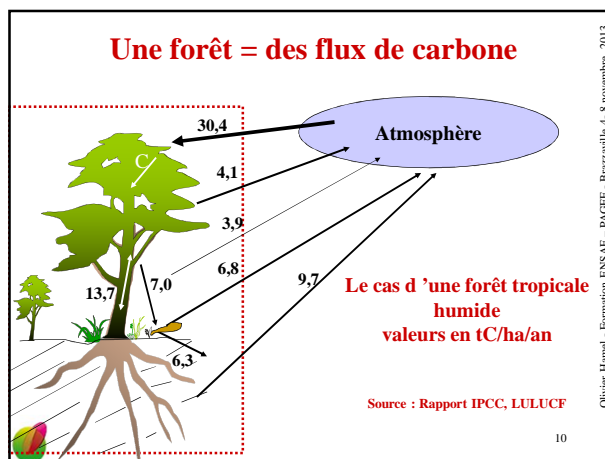
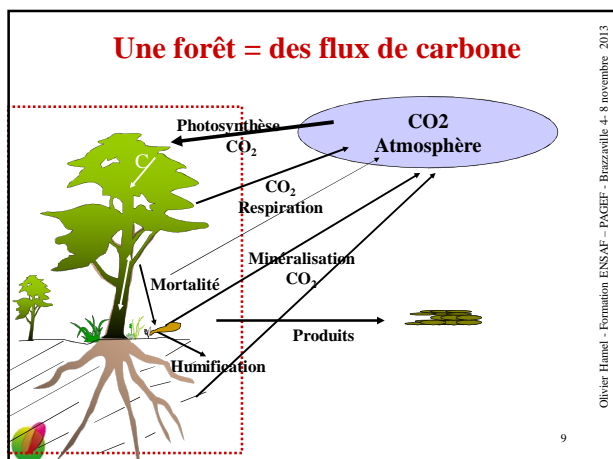
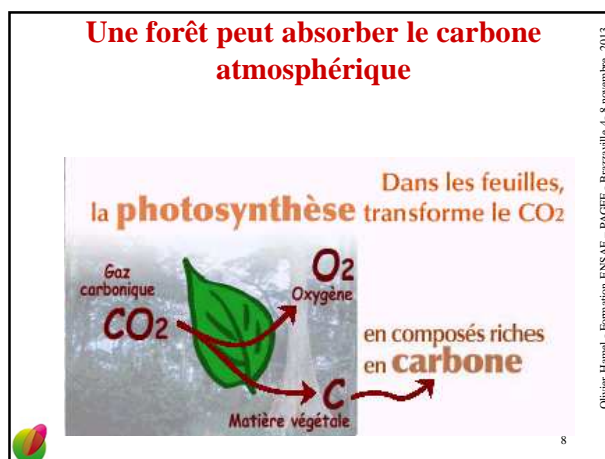
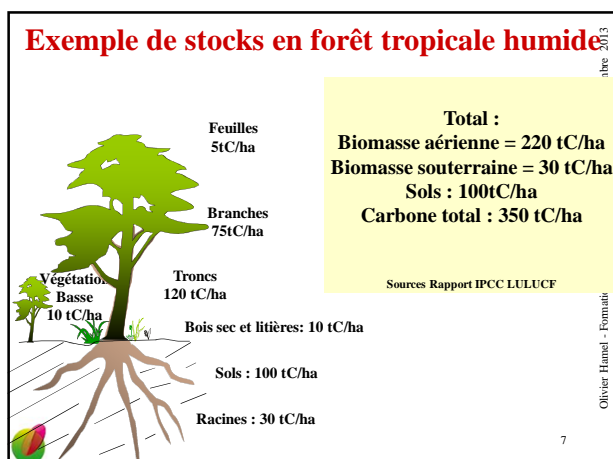
Racines

Sols

Bois sec et litières

Végétation Basse

Plus de carbone ici que là



Relation entre stock et flux

Si le stock augmente....

Le carbone de l'atmosphère diminue

Une forêt en croissance **augmente** son stock de carbone

Le carbone de la forêt augmente

en **réduisant** celui de l'atmosphère

Flux

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

13

Relation entre stock et flux

Si le stock augmente....

Processus : Fixation ou absorption de carbone

Conséquences : Moins de carbone dans l'atmosphère
Moins de changement climatique

La forêt : Un **Puits** de carbone

Exemple : Une forêt qui pousse

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

14

Relation entre stock et flux

Si le stock diminue....

Si la forêt **disparaît**, le stock de carbone retourne dans l'atmosphère

Flux

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

15

Relation entre stock et flux

Si le stock diminue....

Processus : Émission de carbone

Conséquences : Plus de carbone dans l'atmosphère
Plus de changement climatique

La forêt : Une **Source** de carbone

Exemple : Une forêt qui brûle, une forêt coupée et dont le bois se décompose doucement

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

16

Relation entre stock et flux

Année 0
Stock = 30 tC/ha

Année 7
Stock = 135 tC/ha

Flux moyen d'absorption = $(135-30) / (7-0) = 15 \text{ tC/ha/an}$

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

17

Un modèle simple de croissance d'une forêt ou d'une plantation

Stock de carbone (tC/ha)

Flux d'absorption de carbone (tC/ha)

Puits faible ou inactif

Puits fort

Puits faible ou inactif

Début de la plantation

Années

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

18

Le cas des forêts matures ou forêts primaires

- Une forêt primaire :
 - est un stock important de carbone
 - Mais pas un puits (+/- équilibre)
 - Ne contribue pas à réduire les gaz à effets de serre dans l'atmosphère
- Cependant, s'il le stock de carbone est menacé, il est important d'éviter qu'il ne disparaisse
- La conservation des forêts est une option d'atténuation du changement climatique seulement en comparaison avec une situation de référence de déforestation

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

19

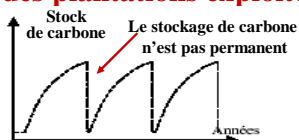
Petite remarque sur les forêts primaires « poumons de la planète »

- Si une forêt est en équilibre, elle ne produit ni CO_2 ni O_2
- Une forêt qui croît absorbe du CO_2 et émet du O_2
- Mais l'oxygène ... ce n'est pas ça qui compte
 - Il y a 21 % d' O_2 dans l'air et environ 0,04% de CO_2
 - A l'échelle globale, les forêts peuvent modifier significativement le CO_2 (par exemple 0,041%) mais ne modifiera pas significativement l' O_2 (par exemple 21,001%)
- Les forêts sont souvent qualifiées de « poumons de la planète » dans les journaux ...Ce n'est pas correcte

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

20

Le cas des plantations exploitées



Au moment de la récolte, le carbone disparaît de la plantation :

- une partie retourne dans l'atmosphère 'déchet de bois qui se décompose, minéralisation dans les sols travaillés ;;;)
- une partie reste stockée dans les produits du bois

Même si on considère pas les produits et qu'on imagine que tout le carbone retourne dans l'atmosphère au moment de la récolte, la plantation représente tout de même un bénéfice environnemental.

Le carbone stocké pendant un temps limité, c'est du carbone qui n'a pas participé au changement climatique pendant ce temps

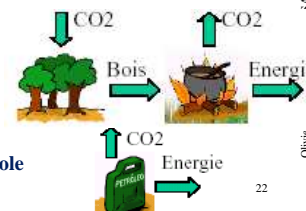
Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

21

L'importance des produits forestiers et de la substitution

- Utiliser des produits forestiers en substitution d' :
 - d'autres matériaux (acier, aluminium, ...) dont la production émet beaucoup de GES
 - autres énergie (pétrole, charbon, gaz...)
- Cette utilisation est bénéfique pour le climat
 - à conditions que l'écosystème soit renouvelé

- Exemple : bois énergie
 - bilan de carbone quasiment nul

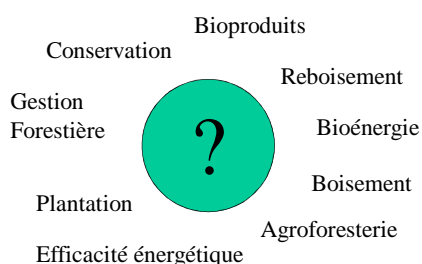


- meilleur que le bilan du pétrole (seulement émission)

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

22

2- Au niveau du secteur forestier : Activité qui peuvent atténuer le changement climatique



Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

23

Le secteur peut contribuer à réduire le changement climatique : Comment ?

1. En augmentant les stocks de carbone

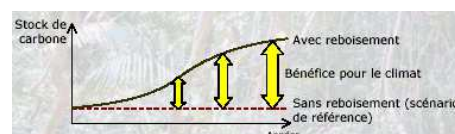
Boisements et reboisement



Régénération forêts dégradées, (enrichissement)



Introduction d'arbres dans les cultures (agroforesterie)



Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

24

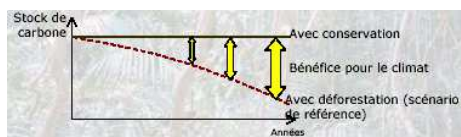
Le secteur peut contribuer à réduire le changement climatique : Comment ?

2. En évitant que les stocks ne diminuent

Réduire la déforestation



Conservier les forêts



25

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le secteur peut contribuer à réduire le changement climatique : Comment ?

3. En diminuant les émissions causées par les activités forestières

Utiliser moins d'énergie ou d'engrais dans la production et la transformation



4. En produisant des biomatériaux et de la bioénergie pour la substitution

Production d'énergie avec du bois ou des résidus (Sciures)



Production de bois pour se substituer à d'autres matériaux

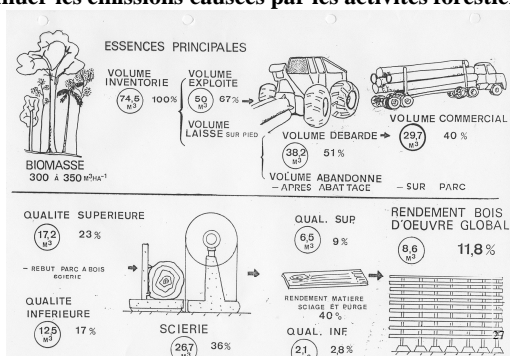


26

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le secteur peut contribuer à réduire le changement climatique : Comment ?

Diminuer les émissions causées par les activités forestières



Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MERCI



28

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

ANNEXE 2

Présentations

Les Négociations Internationales et les Mécanismes financiers liés au « Carbone »





Appui à l'ENSAF / Université Marien N'Gouabi
Activité : Changement Climatique - mission CIRAD



Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie

MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

**De la Convention Cadre sur le
Changement Climatique
CCNUCC
à la ratification du
Protocole de Kyoto
PK**

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

cirad

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

1987 “ Rapport Brundtland”

*“Il faut satisfaire les besoins du présent,
sans retirer la possibilité aux générations futures
de satisfaire les leurs”*

- Le rapport identifie deux risques planétaires majeurs:
 - Atteintes à la couche d'ozone par les produits fluoro-chlorés
 - Changements climatiques dus à l'accumulation des “Gaz à effet de serre”

2

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le cycle des Conventions

- Conventions Internationales (ONU)
 - Phase 1 : Elaboration du texte de base par l'un ou plusieurs des organismes de l'ONU (UNESCO, OMS, FAO, PNUE ...)
 - Phase 2 : Examen du texte de base par chacun des 191 pays membres de l'ONU
 - Propositions de modifications
 - Phase 3 : Négociation des modifications et élaboration du texte final

3

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le cycle des Conventions

- Conventions Internationales (ONU)
 - Phase 4 : Adoption de la Convention lors d'une Assemblée Générale de l'ONU
 - Phase 5 : Signature de la Convention
 - = manifestation d'intérêt d'un Etat pour cette Convention mais cet Etat n'est pas encore juridiquement lié par cette convention
 - Phase 6 : Ratification de la Convention
 - = Consentement définitif d'un Etat à être lié par la Convention

4

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le cycle des Conventions

- Conventions Internationales (ONU)
 - Phase 7 : entrée en vigueur de la convention lorsque un nombre déterminé d'Etats ont ratifié la Convention

Les Etats ayant ratifié deviennent Parties à la convention et sont juridiquement liés

... Mais,
il peut y avoir des Protocoles à cette Convention

5

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

**→ Atteintes à la couche d'ozone
par les produits Fluoro-chlorés**

- Protocole de Montréal**
 - Signature : 1987
 - Ratification et entrée en vigueur : 1989

6

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Génèse de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques CCNUCC / UNFCCC

- 1988 : élaboration du texte de base par le PNUE, l'OMM et le GIEC / IPCC
- examen du texte de base par chacun des pays membres de l'ONU et propositions de modifications
- négociations des modifications puis élaboration du texte finale
- 9 mai 1992 : adoption de la convention lors d'une Assemblée Générale des Nations Unies⁷

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Génèse de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques CCNUCC / UNFCCC

- 4 juin 1992 : ouverture à la signature
- 21 mars 1994 : entrée en vigueur une fois que 50 Etats aient ratifiés la Convention
- Aujourd'hui, 187 Etats ont ratifiés, sont Parties à la Convention et sont juridiquement liés

1988 : Elaboration du texte de base



6 ans

1994 : Entrée en vigueur de la Convention⁸

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

CCCC / UNFCCC

Objectif

Article 2

“Le but ultime ... est de stabiliser ... les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique”

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

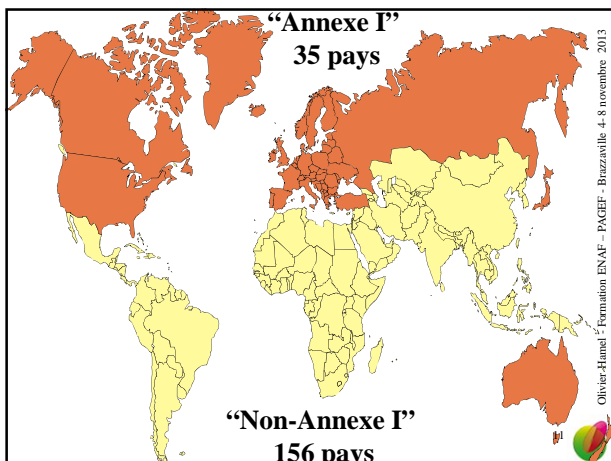
CCCC / UNFCCC

Objectif

Principe d'équité

“ Il incombe aux Parties de préserver le système climatique dans l'intérêt des générations présentes et futures, sur la base de l'équité et en fonction de leurs responsabilités communes mais différenciées et de leurs capacités respectives ”

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

CCCC / UNCCC

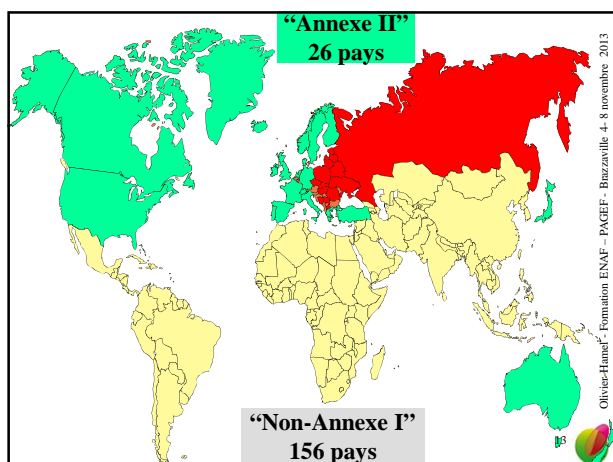
• Obligations des 35 pays de l'Annexe I

- + Inventaire annuel des sources et puits de GES
- + Communication Nationale (mesures prises pour limiter les émissions de GES)

Exemple : France rapport annuel de mars 2013 pour les émissions allant de 1990:2011

- Incitations pour les 156 pays “Non Annexe I” + Communication nationale (mesures prises pour limiter les émissions de GES) avec l'aide financière des 26 Pays de l'Annexe II¹²

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



CCCC / UNCCC

- 1994 : entrée en vigueur de la Convention
- 1994-1997 : négociations pour l'élaboration de règles d'application de la convention cadre
- 1997 : adoption du Protocole de Kyoto (COP 3)

Objectif principal du Protocole de Kyoto
Limiter quantitativement les émissions de GES des pays de l'Annexe 1

Les quotas d'émissions attribués à chaque pays sont fixés dans l'annexe B du Protocole

14

PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le Protocole de Kyoto

Principal Objectif

Limiter quantitativement les émissions de gaz à effets de serre des pays de l'Annexe 1

Annexe I = P. Industrialisés + Ex-URSS

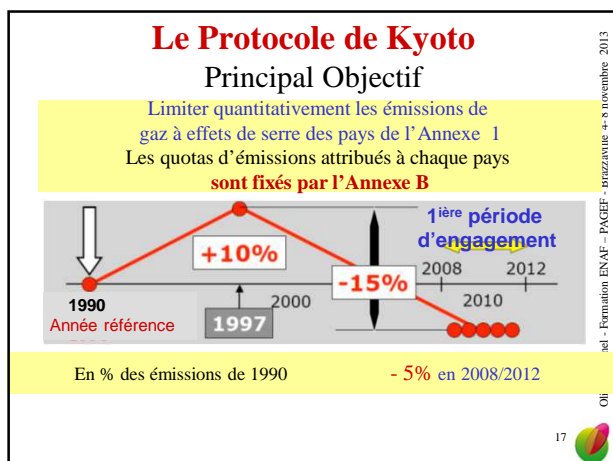
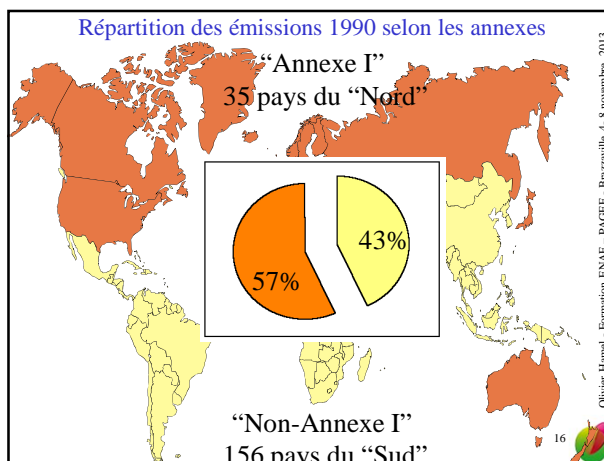
26 pays = annexe II 14 pays

« non Annexe I »
149 countries

Objectif pour la première période d'engagement [2008-2012]
-5% des émissions de 1990 année de référence

15

Olivier Hanel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Le Protocole de Kyoto

Principal Objectif

Limiter quantitativement les émissions de gaz à effets de serre des pays de l'Annexe 1

Par des mesures domestiques

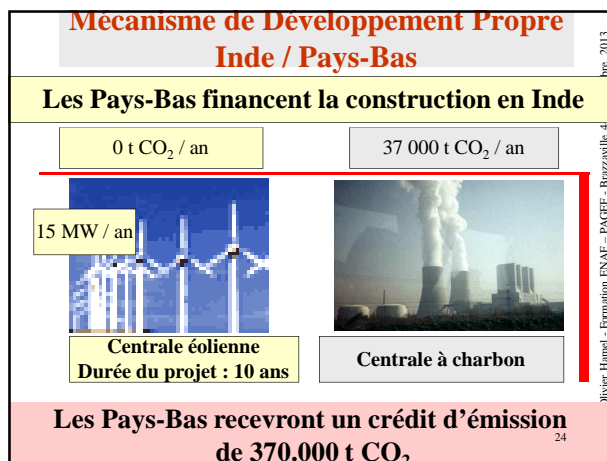
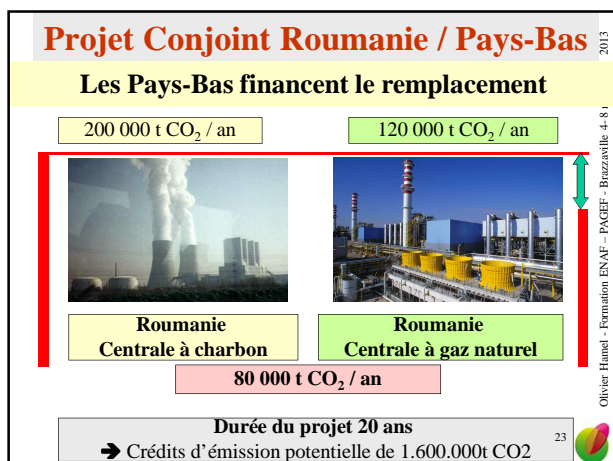
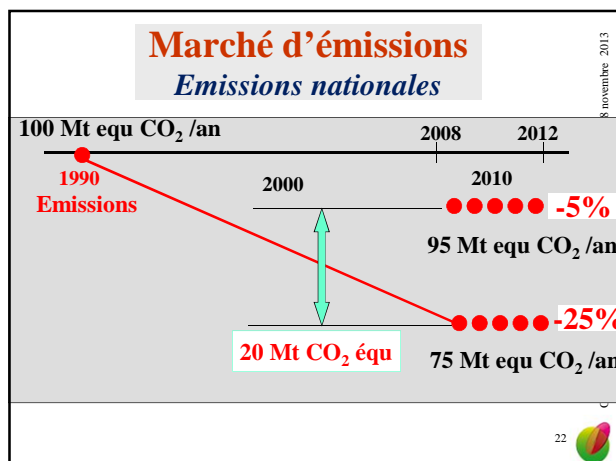
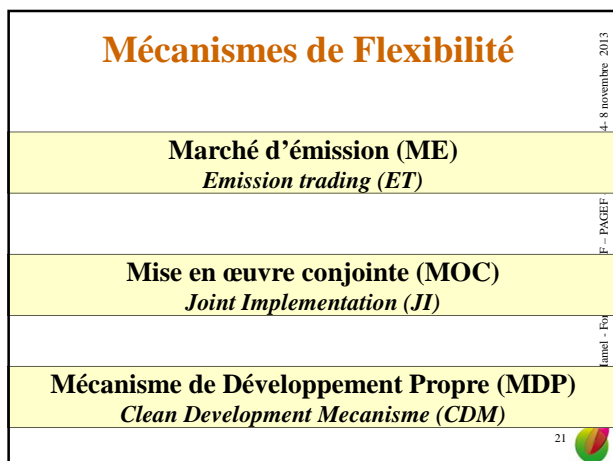
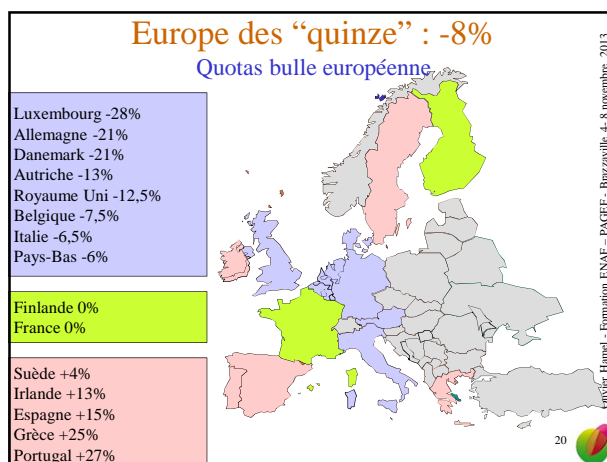
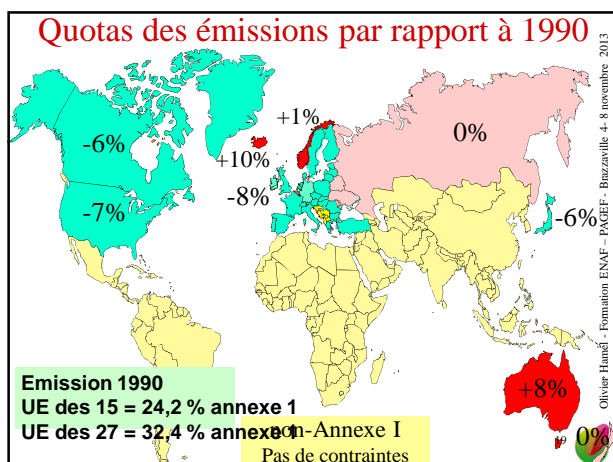
- En diminuant les émissions de gaz à effet de serre par les sources (*sources*)
- En augmentant la séquestration des gaz à effets de serre par les puits (*sinks*)

éventuellement grâce à des Mécanismes de flexibilités

Mécanismes de flexibilité = création d'un Marché contraignant

18

Olivier Hanel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Protocole de Kyoto Conditions d'entrée en vigueur

55/55

Ratification par 55 pays minimum ...

... Représentant 55% des émissions de 1990
des pays de l'annexe B

Après l'adoption de 1997
► négociation autour des règles spécifiques

25

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Négociations post-Kyoto

1997 adoption du Protocole de Kyoto

1997-2000 négociations pour l'élaboration de
règles spécifiques d'application du Protocole

COP 6 (La Haye, nov. 2000) - *Echec*

Mars 2001 : déclaration de Georges Bush

► *Retrait des USA*

COP 7 (Marrakech, déc. 2001) - *Succès* :

- La prédominance des Mesures domestiques
- la mise en route des 3 mécanismes de flexibilité
- Financements de fonds spécialisés
- Prise en compte des puits (LULUC)
- Restriction dans l'éligibilité des puits dans le MDP

26

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Négociations post-Kyoto

1997 adoption du Protocole de Kyoto

1997-2000 négociations pour l'élaboration de
règles spécifiques d'application du Protocole

COP 8 (New Delhi, déc 2002)

COP 9 (Milan, déc 2003)

- Consensus pour la comptabilité des puits de C dans le MDP (crédits définitifs et crédits temporaires)
- Adoption de règles concernant l'afforestation et le reboisement dans le MDP

COP 10 (Buenos Aires, déc 2004)

- Règles pour les petits projets MDP intéressant l'afforestation et le reboisement

27

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Situation du PK en 2005

La Russie ayant ratifié le PK en nov. 2004

les conditions d'entrée en vigueur du PK
sont réunies

→ 129 pays ont ratifiés (> 55 pays)

→ représentant 61,6% des émissions de 1990
des pays de l'Annexe B (> 55 %)

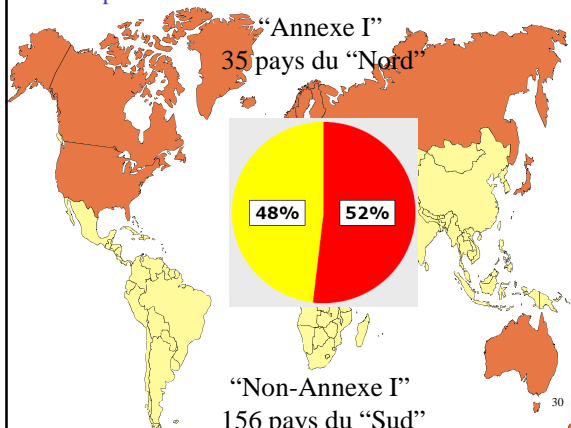
**Le Protocole de Kyoto est donc rentré en vigueur
le 16 février 2005**
pour la 1ère période d'engagement allant de 2008 / 2012

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

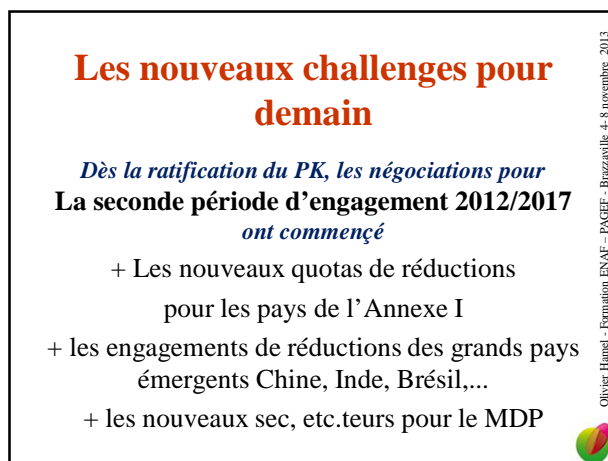
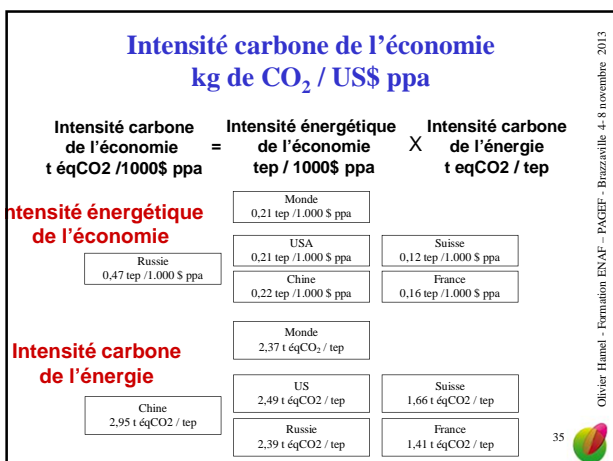
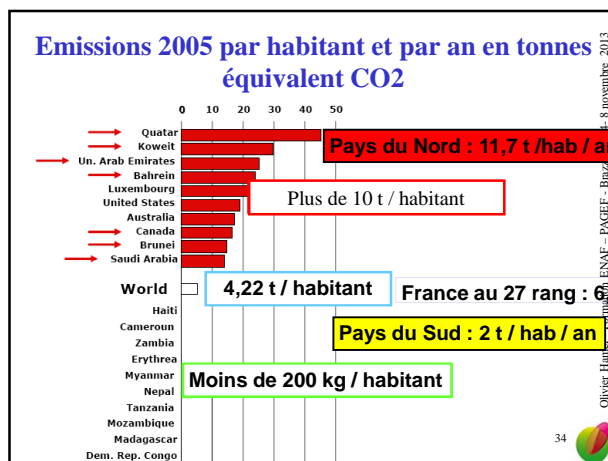
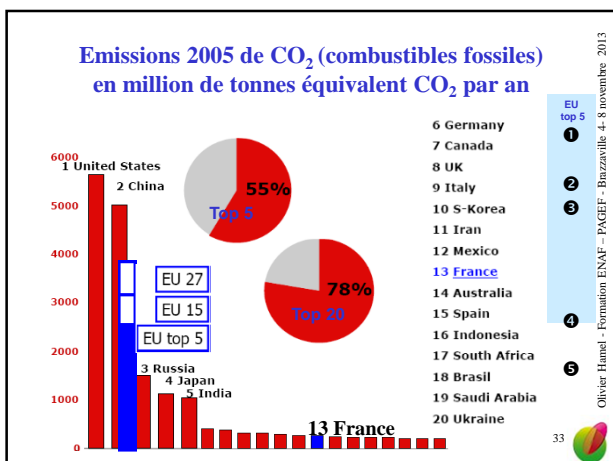
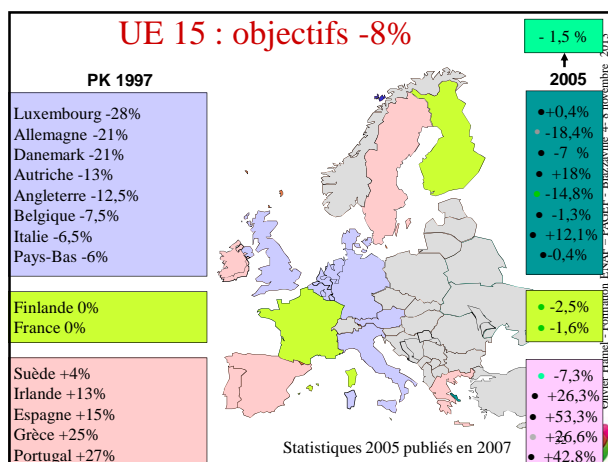
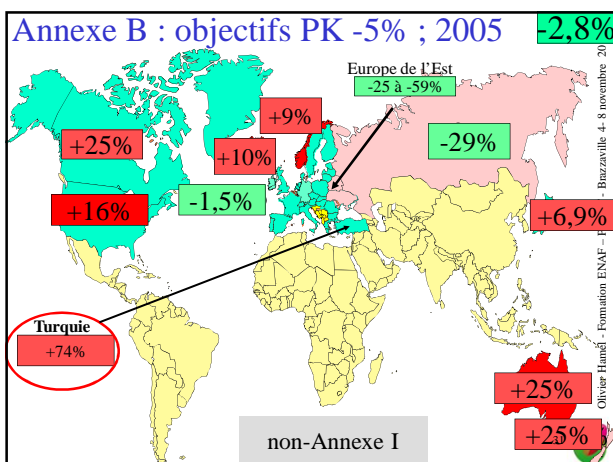
Etats des émissions en 2005

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Répartition des émissions 2005 selon les annexes



Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

Éclaircissements sur les unités et la Terminologie liées aux mécanismes « carbone »

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

Unités du système international

	Anglais	Français
Y (Yotta) = 10^{24}	Septillion	Quadrillion
Z (Zetta) = 10^{21}	Sextillion	Trilliard
E (Exa) = 10^{18}	Quintillion	Trillion
P (Peta) = 10^{15}	Quadrillion	Billiard
T (Tera) = 10^{12}	Trillion	Billion
G (Giga) = 10^9	Billion	Milliard
M (Mega) = 10^6	Million	Million
k (kilo) = 10^3	Thousand	Mille

C ? CO₂

Doit-on parler de tonnes de C ou de tonnes de CO₂ ?

- Quand on parle de stockage de carbone en forêt, on parle souvent de carbone
- Quand on parle de crédits carbone, on parle de CO₂ (c'est l'unité du marché)

C ↔ CO₂

Comment transformer des tonnes de C en tonnes de CO₂ ?

- La masse moléculaire de C est 12
- La masse moléculaire de CO₂ est 12+16+16=44
- Règle de trois:
 - 12 tonnes de C = 44 tonnes de CO₂
 - 1 tonne de C = 44/12 tonnes de CO₂ = 3,67 tCO₂
 - A l'inverse, 1 tCO₂ = 12/44 tC = 0,27 tC

CO₂ eq / tCO₂e ?

Tonne de carbone d'équivalent CO₂ / tCO₂e ?

- Quand un projet émet du CO₂, NH₄, N₂O, etc... on ramène tout en équivalent de CO₂

Comment convertir tous les gaz en tCO₂e ?

CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
CFC11	3800*
HCFC22	1500*
HFC23	11700
SF ₆	23900

Tableau:
1 tonne de CH₄ contribue autant au changement climatique dans les 100 ans à venir que 21 tonnes de CO₂.
1 tCH₄ = 21 tCO₂e

\$C ↔ \$ CO₂

Les prix du carbone sont en C ou en CO₂ ?

- Normalement, tous les prix sont en \$ ou € par tonne de CO₂
- Si on veut convertir:
 - 1 € / tCO₂ = 3,67 €/tC
 - 1 € / tC = 0,27 €/tCO₂

Glossaires

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

7

Termes intéressant la Négociation

- **UNFCCC** :
 - United Nations Framework on Climate Change
 - Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
- **LULUCF** :
 - Land Use, Land-Use Change and Forestry
 - Occupation des Terres, Changement d'Occupation des Terres et Forêt
 Ce terme regroupe toutes les négociations sur les forêts et l'agriculture

Protocole de Kyoto

- **Période d'engagement**
 - Période où doivent être atteints les objectifs du Protocole
 - La première est 2008-2012
- **MDP**:
 - Mécanisme de Développement Propre
 - CDM en anglais (Clean Development Mechanism)
- **MOC**:
 - Mise en Oeuvre Conjointe
 - JI en anglais (Joint Implementation)

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

8

Institutions

- **COP** :
 - Conference of Parties
 - Conférence des Parties
 L'organe suprême de la convention
- **CDM EB**
 - CDM Executive Board
 - Comité exécutif du MDP
 L'organisme décideur pour les projets MDP
- **DNA**
 - Designated National Authority (DNA)
 - Autorité Nationale Désignée (AND)
 L'organisme en charge du MDP dans les pays hôtes
- **DOE**
 - Designated Operational Entities
 - Entité Opérationnelle Désignée
 Les organismes qui valident et certifient les projets MDP

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

10

Termes des décisions officielles sur le MDP

- **Réservoirs de carbone**
 - biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort et le carbone organique des sols;
- **Périmètre du projet**
 - délimite géographiquement l'activité de projet de boisement ou de reboisement dont le contrôle relève des participants au projet. L'activité de projet peut être entreprise sur plusieurs parcelles de terrain distinctes
- **Période de comptabilisation**
 - Période pendant laquelle un projet est un projet MDP peut générer des crédits carbone. La période commence quand le projet est enregistré

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

10

Référence (baseline)

- **Niveau de référence ou scénario de référence**
 - En anglais: baseline
 - Ce qui se serait passé sur le projet MDP
- **Absorptions de référence nettes de gaz à effet de serre par les puits**
 - « la somme des variations des stocks de carbone dans les réservoirs de carbone à l'intérieur du périmètre du projet qui se seraient produites en l'absence de l'activité de boisement ou de reboisement considérée au titre du MDP »
 - C'est le bilan carbone du scénario de référence

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

11

Additionnalité

- « **Absorptions effectives nettes de gaz à effet de serre par les puits** »
 - Augmentation des stocks de carbone dans le projet moins les émissions dans le projet
 - C'est le bilan carbone du projet
- « **Fuites** »
 - Augmentation des émissions de gaz à effet de serre par les sources se produisant en dehors du périmètre du projet, qui est mesurable et qui peut être attribuée au projet
- « **Absorptions anthropiques nettes de gaz à effet de serre par les puits** »
 - Les absorptions effectives nettes de gaz à effet de serre par les puits, moins les absorptions de référence nettes de gaz à effet de serre par les puits moins les fuites
 - C'est le bilan carbone du projet, moins celui de référence moins les fuites
 - C'est le carbone additionnel, c'est ce qui pourra donner lieu à l'émission de crédits

Olivier Hamel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Crédits

- **«URCE»**
 - Unité de Réduction Certifiée d'Emission
 - C'est le crédit carbone du MDP, correspond à 1 tCO₂e
 - **CER** en anglais (Certified Emissions Reduction)
- **«URCE temporaire» ou «URCE-T»**
 - URCE spécifique au MDP forestier. Elle expire à la fin de la période d'engagement suivant celle au cours de laquelle elle a été délivrée
 - **tCER** en anglais
- **«URCE de longue durée» ou «URCE-LD»**
 - URCE spécifique au MDP forestier. Elle expire à la fin de la période de comptabilisation du projet MDP
 - **ICER** en anglais

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

13

Modalités particulières pour les petits projets

- **«Activités de boisement et de reboisement de faible ampleur considérées au titre du MDP»**
 - activités qui sont censées se traduire par des absorptions anthropiques nettes de gaz à effet de serre inférieures à **8 kilotonnes de CO₂ par an** et qui sont conçues ou **exécutées par des collectivités ou des particuliers à faible revenu** selon la définition arrêtée par la Partie hôte.
- Si une activité de boisement ou de reboisement de faible ampleur au titre du MDP se traduit par des absorptions anthropiques nettes de gaz à effet de serre par les puits **supérieures à 8 kilotonnes de CO₂ par an**, les **absorptions excédentaires** ne pourront **pas** donner lieu à la délivrance d'URCE-T ou d'URCE-LD.

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

14

L'élaboration du projet

- **Document Descriptif de projet**
 - Le document que les développeurs de projet doivent remplir
 - Il contient toute l'information nécessaire à la validation du projet MDP
 - En anglais : PDD (« Project Design Document »)
- **Terminologie**
 - Partie ou Party : Pays ayant ratifiés le PK (annexe 1 et non-annexe 1), dont les entités publics et privées peuvent bénéficier du MDP
 - « Participants » ou « Project Participant »
Entités publics ou privées reconnus par une Partie (Sud ou Nord), susceptibles de bénéficier des URCE /CER
 - « Parties prenantes », personnalités physiques ou morales affectées directement ou indirectement par le projet

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

15

Merci



Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

16

Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie

MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

**Principes, critères & modalités
du Mécanisme de
Développement Propre**

**1^{ère} Période d'engagement
2008-2012**

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013





Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le Protocole de Kyoto

Principal Objectif

Limitier quantitativement les émissions de gaz à effets de serre des pays de l'Annexe 1

Par des mesures domestiques

- En diminuant les émissions de gaz à effet de serre par les sources (*sources*)
- En augmentant la séquestration des gaz à effets de serre par les puits (*sinks*)

éventuellement grâce à des Mécanismes de flexibilités

Mécanismes de flexibilité = création d'un Marché contraignant

2

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les mécanismes de flexibilité du PK ont engendré une dynamique de « marchés du carbone »

Engagements de réduction (en 2008-2012 : 95% du niveau 1990)

Mécanismes de flexibilité

- Echange de permis d'émission Emission trading (ET)
- Mise en Œuvre Conjointe Joint implementation (JI)
- Mécanisme de Développement Propre Clean Development Mechanism (CDM)

Une comptabilité nationale des gaz à effet de serre

3

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Principes de base du MDP

Pays de l'annexe I

Projets Hors pays de l'annexe I

- MDP : les Etats et entités industrielles des pays industrialisés peuvent obtenir des CRE et les comptabiliser comme contribution à leurs objectifs de réduction d'émissions, en finançant des projets de réduction d'émissions dans les PED.
- Objectifs principaux du MDP : **Approche Projet**

- Impact sur l'effet de serre
- Référence explicite au développement durable
- Protection de l'environnement

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les Grands Types de projets

« sources » / Projets « énergie »

- de la consommation de combustible fossile
- diminution des émissions de GES

- Projets « puits de carbone » / Projets « LULUCF »
- Gestion des terres cultivées et pâturages
- Boisements et reboisements
- Gestion forêt naturelle

- Projets de « substitution » / « Produits »
- Bois énergie
- Matériaux de construction
- Caoutchouc

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les Grands Types de projets

« sources » / Projets « énergie »

- Coûteux mais pérennes
- Moins coûteux mais réversibles

- Projets « puits de carbone » / Projets « LULUCF »
- Gestion des terres cultivées et pâturages
- Boisements et reboisements
- Gestion forêt naturelle

- Projets de « substitution » / « Produits »
- Complexes : comparaison de filières industrielles
- Matières Premières renouvelables/fossiles
- Cycles de vie ? Qui Créditer ? OMC ?

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les Grands Types de projets

« sources » / Projets « énergie »

Certificats de réduction permanents

de la consommation de combustible fossile

diminution des émissions de GES

- Projets « puits de carbone » / Projets « LULUCF »
- Boisements et reboisements
- Projets de « substitution » / « Produits »

Certificats temporaires

Certificats temporaires + certificats permanents

Gestion des terres cultivées et pâturages

Gestion forêt naturelle

Bois énergie

Matériaux de construction

Caoutchouc

Les projets MDP

1^{ère} période d'engagement 2008/2012
(COP 7: Accords de Marrakech)

« sources »

de la consommation de combustible fossile

diminution des émissions de GES

- Projets « puits de carbone »
- Boisements et reboisements
- Projets de « substitution » / « Produits »

Gestion des terres cultivées et pâturages

Gestion forêt naturelle

Bois énergie

Matériaux de construction

Caoutchouc

MDP Projets « sources » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

Principes généraux

- Toutes les diminutions d'émissions de GES sont éligibles dès la première période d'engagement sous réserve de définir des scénarios de référence solides, de mesurer, puis de contrôler ces diminutions.
- Inversement les séquestrations de carbone, étant beaucoup plus difficiles à mesurer, tant qu'il n'y pas de méthodologies fiables, elles ne sont pas éligibles, **sauf ... les boisements et reboisements**

Les projets « énergie » sont donc immédiatement éligibles

Les projets « transport » le sont également

Les projets « déchets » le sont aussi

Certains projets « agricoles » sont éligibles dans ce cadre

MDP Projets « sources » pour la 1^{ère} période d'engagement

Exemples d'activités agricoles ou forestières éligibles en substitution à des énergies fossiles

Alcool de canne	Bio-diesel (palmier)	Bio-diesel (fruits)
Bio-diesel (soja)	Electricité (avec résidus forestiers)	Electricité (avec résidus de canne)

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

l'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement (B&R) sur des terres non forestières depuis le 31/12/1989 → sous entend une définition de la « forêt »

On entend par «forêt» **FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1**

- une surface de terre minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare
- avec des arbres dont le houppier couvre > 10 à 30 % de la surface
- et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur ≥ 2-5 mètres

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

l'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement (B&R) sur des terres non forestières depuis le 31/12/1989 → sous entend une définition de la « forêt »

On entend par «forêt» **FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1**

- une surface de terre minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare
- avec des arbres dont le houppier couvre > 10 à 30 % de la surface
- et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur ≥ 2-5 mètres

Avec des valeurs hautes,

- On aura plus de terres sans forêts au 1^{er} janvier 1990 et donc plus de terres sur lesquels les plantations pourront être éligibles au MDP
- Mais, inversement, l'agroforesterie sur des terres agricoles aura plus de difficultés pour dépasser le plancher de la définition de la forêt

Avec des valeurs basses,

- C'est le contraire

Exemples

RDC ► $S_m = 0,5 \text{ ha}$; $Ca_m = 30\%$; $H_m = 3\text{m}$

Congo ► $S_m = 1 \text{ ha}$; $Ca_m = 30\%$; $H_m = 5\text{m}$

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

- L'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement forestier (B&R)
- L'éligibilité des autres projets « LULUCF » sur les périodes d'engagement futures sera négociée ultérieurement : en attendant
- C'est le pays hôte qui confirme la contribution au développement durable
- Pas de détournement de l'Aide publique au développement
- Un projet forestier et de bioénergie appartient à deux catégories

⇒ Projet d'absorption de CO₂ dans la végétation
⇒ Projet de réduction d'émissions de CO₂ si la sources de combustible est renouvelable

Il y a double bénéfice environnemental

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement forestier (B&R)

FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1

«Boisement» = Plantations sur des terres qui n'ont pas porté de « forêts » depuis au moins 50 ans ;

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

- L'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement forestier (B&R)

FCCC/CP/2001/L.11/Rev.1

«Reboisement» = Plantations sur des terres qui n'ont pas porté de « forêts » depuis au moins le 1^{er} janvier 1990

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

- L'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement forestier (B&R)
- L'éligibilité des autres projets « LULUCF » sur les périodes d'engagement futures sera négociée ultérieurement : en attendant

Pas de crédits durant la 1^{re} PE

- L'amélioration des pratiques sylvicoles et d'aménagement
- L'exploitation forestière à faible impact
- La protection forestière (réserve, parc etc..)

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MDP Projets « puits » pour la 1^{ère} période d'engagement (COP 7 Accords de Marrakech)

- L'éligibilité des projets « LULUCF » est limitée aux seuls boisement et reboisement forestier (B&R)
- L'éligibilité des autres projets « LULUCF » sur les périodes d'engagement futures sera négociée ultérieurement : en attendant

Renégociation PostKyoto 2012 ► Déforestation Evitée / Dégradation Evitée

Pas de crédits durant la 1^{re} PE

- L'agroforesterie
- La restauration des terres dégradées
- L'aménagement des prairies et pâturages
- L'amélioration des techniques agricoles

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Principes guidant la prise en compte des « puits » (UTCUF / LULUCF) (COP 7: Accords de Marrakech)

- Le traitement de ces activités repose sur des fondements scientifiques solides
- Des méthodes cohérentes dans le temps doivent être utilisées pour estimer ces activités et en rendre compte
- La simple présence de stocks de carbone n'est pas comptabilisée
→ Nécessité d'un impact anthropique
- Ne sont pas comptabilisées les absorptions résultant :
→ d'un accroissement de la concentration de CO₂ par rapport à leur niveau préindustriel
→ des dépôts indirects de l'azote
- L'exécution d'activités liées à l'UTCUF contribue
→ à la préservation de la biodiversité biologique et
→ à l'utilisation durable des ressources naturelles

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Critères d'éligibilité au MDP modalités de mise en œuvre

- + Critères d'éligibilité pour tous projets notamment pour Boisements et les Reboisements
- + Les méthodes comptables pour Couvrir la non permanence et la réversibilité
- + Les Méthodologies pour démontrer la prise en compte des critères d'éligibilités

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité

Decision19/CP.9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

• **Additionalité** → Physique / environnementale

Chiffrer la proportion additionnelle de GES stockée ou épargnée par rapport à l'absence de projet

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité

Decision19/CP.9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

• **Additionalité** → Physique / environnementale

Chiffrer la proportion additionnelle de GES stockée ou épargnée par rapport à l'absence de projet

→ Économique / « de programme »

Ne pas financer des opérations qui auraient été entreprises de toutes manières, sans subventions liées au MDP

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité

Decision19/CP.9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

• **Additionalité** → Physique / environnementale
→ Économique / « de programme »

↓

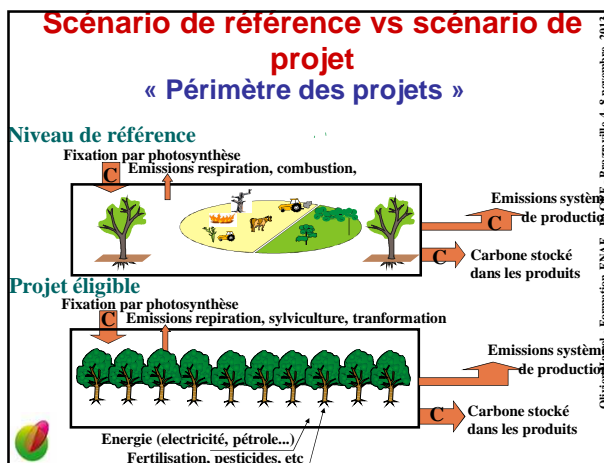
Détermination d'un Scénario de référence [Baseline]

Que ce serait-il passer en l'absence de MDP ?

- tendance historique
- scénario le plus probable en l'absence de subvention
- technologie la plus probable

Additionalité = $eaCO_2 / Sc. de réf. - eaCO_2 / Sc. projet$

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Critères d'éligibilité

Decision19/CP9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

- **Additionalité** → Physique / environnementale
→ Économique / « de programme »
- **Développement durable**
→ Conséquences socio-économiques
→ Conséquences environnementales
- **Pertes associées (Leakage)**

Eviter que les projets entraînent un simple déplacement des émissions de GES dans d'autres lieux géographiques, en compensation

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité

Decision19/CP9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

Pertes associées ou Fuites

Qu'est ce qu'une fuite ?

- C'est une émission de GES causée par le projet en dehors de ses limites
- Exemple : déforestation induite

Types de fuites :

- Déplacement d'activités
- Sous traitance
- Effets de marché
- Cycles de vie des produits
- Fuites positives

Exemple : plantations stimulées aux alentours

A comptabiliser

Difficile ...

A ne pas comptabiliser

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité

Decision19/CP9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

- **Additionalité** → Physique / environnementale
→ Économique / « de programme »
- **Développement durable**
→ Conséquences socio-économiques
→ Conséquences environnementales
- **Pertes associées (Leakage)**
- **Mesures et contrôle**
→ le « pool » carbone
→ Carbone stocké dans les plantations

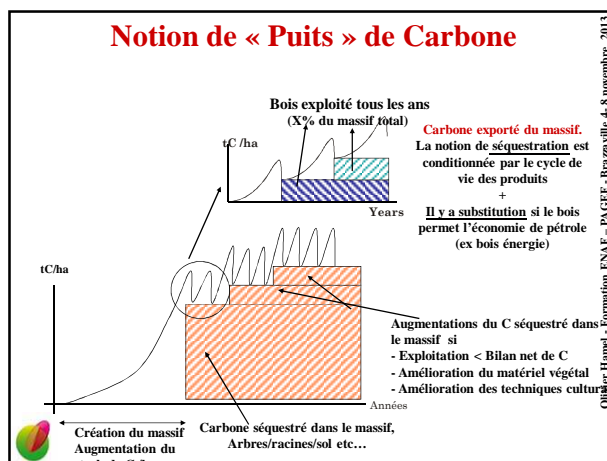
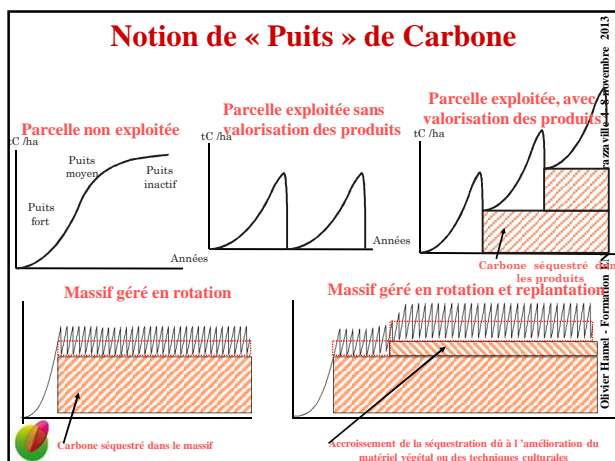
Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le «pool» Carbone

- Biomasse aérienne
- Biomasse souterraine
- Litière
- Bois mort
- Carbone de la matière organique du sol

« Une Partie peut choisir de ne pas incorporer dans sa comptabilité carbone l'une des composantes du Pool, si des informations fiables et contrôlables démontrent que ce choix n'entraînera pas une surévaluation du bilan net des séquestrations anthropogénique de GES par le puits et que le Pool n'est pas une source. »

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Critères d'éligibilité au MDP modalités de mise en œuvre

+ Critères d'éligibilité pour tous projets
notamment pour Boisements et les Reboisements

+ Les Intervenants dans le montage
et la mise en œuvre du projet

+ Le Cycle des Projets MDP

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les intervenants dans le processus MDP

Les porteurs de projets MDP (Project Developers)

- Agences gouvernementales
- Municipalités, collectivités publiques
- Fondations
- Institutions financières
- Industriels privés, groupement de producteurs
- ONG

Pérennité

Maîtrise du foncier

Acheteurs de crédits (annexe I) (CDM Investors)

- Transactions
- Organisations multilatérales (BM, BEDR, BAD)
- Banques Privées (RaboBank, CDC-Isis, KFW...)
- Gouvernements (Pays-bas, Canada, Japon...)
- Transaction directe par le secteur privé

Gouvernement
Industrie
ONG

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Contrôle et suivis

Les Autorités de contrôle dans la mise en œuvre du processus

- Autorités Nationales Désignées (AND)
Designated National Authorities (DNAs)
- Entités Opérationnelles Désignées (EOD)
Designated Operational Entities (OEs)
- Bureau Exécutif du MDP (BE)
CDM Executive Board (EB)
- Le Groupe « Méthodologies »
The Methodology Panel
<http://cdm.unfccc.int/methodologies>
 - les nouvelles méthodologies
 - les nouveaux secteurs
 - les nouvelles technologies

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Critères d'éligibilité au MDP modalités de mise en œuvre

+ Critères d'éligibilité pour tous projets
notamment pour Boisements et les Reboisements

+ Les Intervenants dans le montage
et la mise en œuvre du projet

+ Le Cycle des Projets MDP

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Le cycle des projets MDP

<http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents>
Decision19/CP.9 (FCCC/CP/2003/6/Add2)

- Identification de Projet (*Project Identification Note*)
- Analyse des Niveaux de référence (*Baseline Analysis*)
- Document Descriptif de Projet (*Project Design Document*)
- Acceptation du Pays Hôte (*Host Country Acceptance*)
- Validation de l'EOD (*Third Party Validation*)
- Enregistrement (*Registration*)
- Plan de surveillance (*Monitoring*)
- Vérification des crédits (*Verification of credits*)
- Certification et délivrance des URCE (*Certification and Issuance of Credits*)

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Etats du MDP au 18/02/2009

Le marché européen permet de donner une référence en termes de prix du CO₂.

Etat du MDP au 18 février 2009	
Project stage	Total
Projects submitted for EB registration ²	434
Projects registered	1391
Meths - total ³	515
Meths - approved (A) ⁴	137



Référence quotas 2008 = 20 à 25€ tCO₂
Référence 2009 → 8 € tCO₂ (???)

Total	T
MtCO ₂ e	6202
Number	9238
PDDs	T
MtCO ₂ e	3891
Number	5325
Commented	T
MtCO ₂ e	3056
Number	4584
EB/SC	T
MtCO ₂ e	1584
Number	1427
Issued	T
MtCO ₂ e	255
Number	468

Source : Moniteur MOC / MDP Point Carbone - février 2009

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Prix de référence des URCEs et VERs

- Les prix du marché varient fortement pour des raisons politiques, climatiques ou économiques
- Les prix des URCEs et VERs varient selon la qualité des projets, les cofinancements, les promoteurs, le risque pays ...
- Les prix varient en fonction du risque qu'accepte de courir ou pas l'acheteur. Projets non finalisés ou enregistrés ou ...
- Cela explique les différences entre les prix proposés par les investisseurs et les prix des marchés
- **Les prix du marché ne sont donc généralement pas les prix auxquels un porteur de projet peut prétendre**

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les Processus Méthodologiques

Pour se prémunir de la réversibilité et assurer
équité et rigueur du mécanisme

+ Les méthodes comptables pour
Couvrir la non permanence et la réversibilité

+ Les Méthodologies pour démontrer
la prise en compte des critères d'éligibilités

+ Les Données du GIEC

AF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

« Non-Permanence » → Crédits temporaires

Unité de Réduction Certifiée des Emissions (URCE)
(FCCC/SBSTA/2003/5 ; FCCC/CP/2003/6/Add.2)

- **Principes** : **Limites de 5% en regard des émissions de 1990**

→ URCE de la période d'attribution délivrée

→ URCE de la fin de la période d'attribution

La période d'attribution est de
- 20 ans au maximum avec deux possibilités de renouvellement
ou
- 30 ans maximum

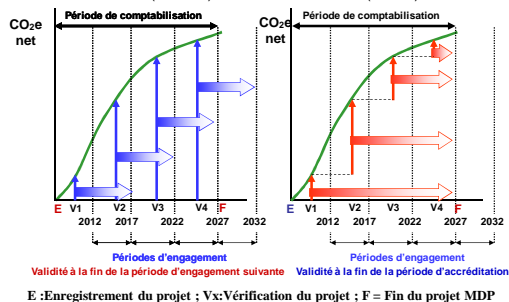
Pour les pays Annexe 1
Limite de 5%
en regard des émissions de 1990
Décision COP 9 Milan
Mais l'UE n'autorise pour l'instant pas
l'intégration de ces Certificats
dans la comptabilité
des pays de l'Union Européenne

AF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Crédits temporaires

(FCCC/SBSTA/2003/5 ; FCCC/CP/2003/6/Add.2)

URCE-t et **URCE-LD : Quantités
(ICERs) Et Validité**



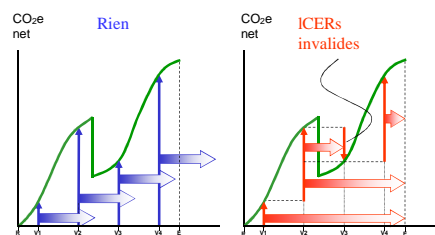
Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Crédits temporaires

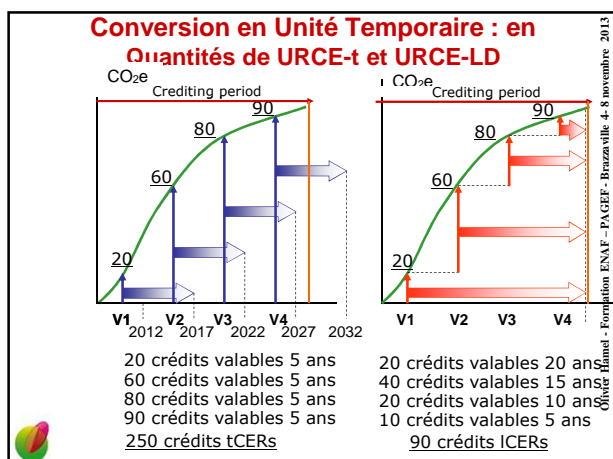
(FCCC/SBSTA/2003/5 ; FCCC/CP/2003/6/Add.2)

URCE-t et **URCE-LD**
(ICERs) (ICERs)

En cas d'exploitation que se passe-t-il ?



Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Méthodologies et Données

De nature à impacter la prise de mesure

+ Les méthodes comptables pour Couvrir la non permanence et la réversibilité

+ Le Processus Méthodologique pour assurer l'équité et la rigueur du Mécanisme

+ Les Données du GIEC

Qu'est ce qu'une méthodologie?

- Dans le contexte du MDP, une méthodologie est un outil qui permet :
 - D'évaluer et de démontrer l'**additionnalité**,
 - Déterminer la **ligne de base**,
 - Définir les **activités du projet**,
 - Evaluer les **fuites**,
 - Estimer le carbone et les autres gaz en utilisant des **méthodologies et des équations** considérées comme des « bonnes pratiques ».
 - On s'assure de cette manière que les projets MDP sont de **bonne qualité et de qualité similaire** dans toutes les parties du monde.
- Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Si les méthodologies approuvées ne sont pas applicables au projet ... que faire ?

- Il faut proposer une méthodologie nouvelle.
 - Une méthodologie nouvelle ne doit pas être nécessairement 100% nouvelle.
 - Il est souvent suffisant de modifier ou ajouter une composante à une méthodologie déjà approuvée.
 - Cela peut faciliter le processus d'approbation de la méthodologie cependant ... Obtenir l'approbation d'une nouvelle méthodologie n'a rien de simple!
- Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projets de faible ampleur

Secteur "énergie"
&
Secteur "Boisement
Reboisement & Agroforesterie"

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projets de petite échelle Pourquoi le thème est important

- Si seuls les grands projets sont possibles dans le MDP...
 - Les petites communautés ou certains pays seront exclus
 - Équité !
 - Les impacts sur le développement local et la biodiversité pourraient être négatifs
 - Impacts !
 - Les grands projets pourront inonder le marché local en produits forestiers, faire baisser les prix et freiner les autres initiatives de plantation
 - Fuite !
- Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projets de petite échelle

Simplifications des Procédures et Modalités

- Réduction des informations à fournir dans le PDD
- Simplification des modalités de détermination de la ligne de base ;
- Simplification des plans de surveillance (Monitoring)
- Validation, vérification et certification par la même entité opérationnelle
- Possibilités de regroupement de plusieurs projets MDP

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projets de faible ampleur

Secteur « énergie » : trois types de projet

- Type 1 : Projets de **production d'énergie** à partir de sources **d'énergie renouvelable** d'une puissance inférieure ou égale à **15 MW** (électrique ou thermique)
- Type 2 : Projets **d'efficacité énergétique** générant des économies d'énergies annuelles inférieures à **60 GWh** (6,8 MW sur 8760h) du côté de l'offre et/ou de la demande
- Type 3 : Autres projets de **réductions des émissions** à la source dont les réductions directes annuelles sont inférieures à **60 000 t eCO₂**

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projet boisement et reboisement à petite échelle

Decision21/CP.8 FCCC/CP/2002/7/Add.3

Le MDP peut contribuer à diminuer la pauvreté et poursuivre le but du développement durable

- **Décision 19/CP.9 défines small-scale project activities, rectifiée CP.13**
"Par définition, les projets MDP "Boisement et Reboisement" de faible ampleur sont ceux qui aboutissent à des **absorptions nettes d'équivalent CO₂ par an de moins de 15.000 tonnes**. Ils sont développés et mis en œuvre par des personnes physiques ou des communautés disposant de **faible revenu** dont les critères sont définis par le pays hôte."

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Projet programmatique

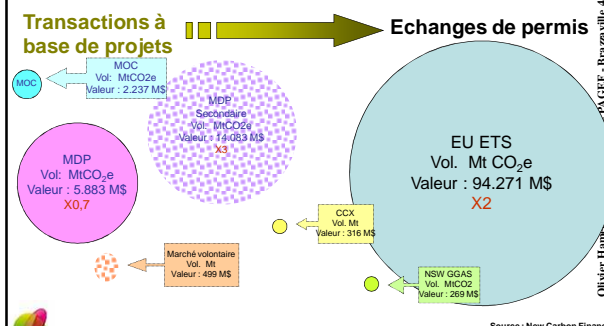
- Localisation exacte avant démarrage du projet n'est plus nécessaire. Cible régionale possible, selon des conditions édaphiques bien normalisées
- Regroupement des opérations par grandes composantes homogènes : plantations, régénération naturelle assistée, fourneaux améliorés, carbonisation/
- C'est le début des projets MDP sectoriels

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Evolution du marché du MDP

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Structure et Taille des marchés « carbone » en 2008



Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Prix du marché t.eCO₂ & t.C

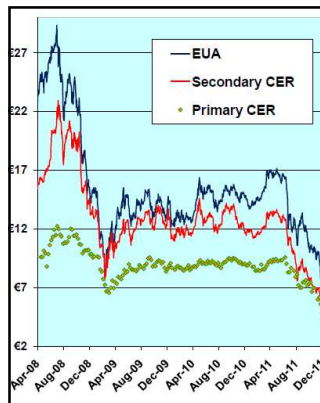
Carbon price comparaison August 2006

Carbon Instrument Price

	t. eCO ₂	t.C
EUAs Dec 06 (1st phase)	€ 17	€ 63
EUAs Dec 08 (2nd phase)	€ 18	€ 67.7
CERs (buyer takes on risk)	€ 8 - 10	€ 29.6 - 37
CERs (seller takes on risk)	€ 12-15	€ 44.4 - 55.5
CERs (issued)	€ 15 - 16	€ 55.5 - 59.2
ERUs	€ 5 - 6	€ 18.5 - 22.2
VERs (non-kyoto, voluntary)	\$ 4	\$ 14.8 = € 11.4

Sources European Climate Exchange
Point Carbon, Chicago Climate Exchange

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



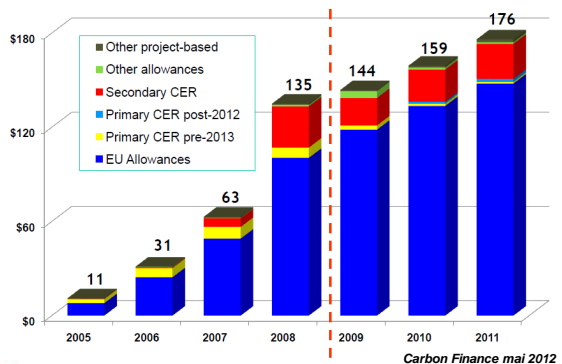
EU ETS : Comment gérer en période de crise ?

Prix des certificats en €
par tonne équivalent CO₂
(teqCO₂)

Carbon Finance mai 2012

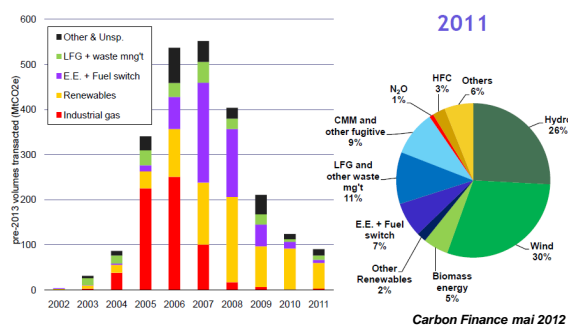
Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Evolution des marchés (en Milliards de \$)



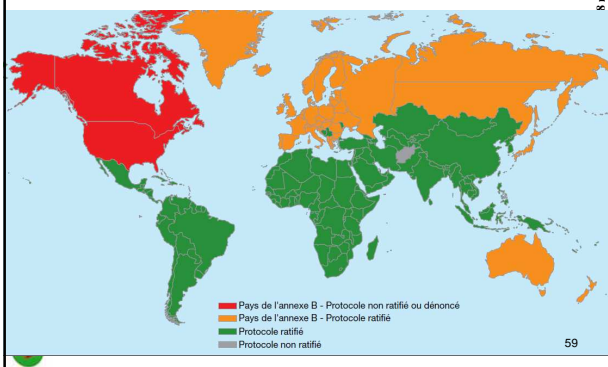
Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Les secteurs du MDP avant 2013



Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Pays signataires du protocole de Kyoto au 30 septembre 2012



8 novembre 2013

59

MERCI



Olivier.hamel@cirad.fr

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Université Marien Nguabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt
MASTER RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées

Les Principaux Standards des Marchés Volontaires du Carbone

Olivier Hamel & Thanakvaro T. De Lope
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

UNEP Risø Centre

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Que sont les marchés volontaires du carbone ?

- Les marchés volontaires permettent à des particuliers, des entreprises, des gouvernements ou des ONG de compenser leurs émissions par l'achat de crédits carbone.
- Ces crédits carbone sont appelés VER (Verified/Voluntary Emission Reductions).
- Contrairement au MDP, les mécanismes volontaires ne font pas l'objet d'une réglementation internationale spécifique.
- Les participants (acheteurs, vendeurs, producteurs) agissent de manière volontaire.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Taille des marchés volontaires

- Le volume des transactions est beaucoup plus faible que sur les marchés régulés.
- Les standards ne sont ni fermement établis, ni globalement reconnus.

Figure 2: Voluntary Carbon Market Values

Figure 22: Types of Standards Used, QTC 2007 (Actual Response)

Source: Ecosystem Marketplace, New Carbon Finance

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Pourquoi utiliser les marchés volontaires ?

- Pour tester de nouveaux mécanismes, procédures, méthodologies ou technologies ;
- Pour les projets trop petits pour le fardeau administratif du MDP ;
- Pour les projets mis en œuvre dans les pays non-signataires du Protocole de Kyoto ;
- Pour les activités sectorielles qui ne sont pas incluses dans le MDP ;
- Les marchés volontaires contribuent à la formulation de futurs régimes obligatoires.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Trois optiques pour les marchés volontaires

- Les marchés volontaires doivent suivre la réglementation du MDP :
 - Les marchés volontaires offrent des compensations en carbone médiocres ;
 - L'application des règles du MDP sur les marchés volontaires permet d'améliorer la qualité générale des VER ;
- Les marchés volontaires doivent être plus strictes que le MDP :
 - Le MDP se limite à la réduction de gaz à effet de serre ;
 - Les acheteurs cherchent des compensations carbone de haute qualité en matière de bénéfices environnementaux et sociaux ;
 - Les marchés volontaires produisent des crédits « gourmet » ou « premium » ;
- Les marchés volontaires constituent un complément des marchés régulés et doivent suivre des règles différentes de celles du MDP :
 - Les marchés volontaires sont un laboratoire d'essai pour de nouvelles activités ;
 - Les marchés volontaires doivent être libres de tout fardeau bureaucratique pour rester innovants et créatifs.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Quatre exemples

- Voluntary Carbon Standards
- Gold Standard
- CCB Standards
- Plan Vivo

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

VCS VOLUNTARY CARBON STANDARDS

Voluntary Carbon Standards (VCS)

- ❑ Principaux fondateurs: Climate Group, International Emissions Trading Association (IETA), World Business Council for Sustainable Development;
- ❑ Soutenu par l'industrie des compensations carbone;
- ❑ Focalisé sur les réductions de gaz à effet de serre (pas d'obligations sociales ou environnementales);
- ❑ Pas de restriction en matière de localisation ou de pays;

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

7

- ❑ Pas de restriction en matière de fonds publics;
- ❑ Peu d'obligations en matière de consultation des parties prenantes;
- ❑ « Seuil de qualité de base »¹ où prime le souci de réduire les coûts de validation et vérification.

1. "Basic quality threshold" (VCS)

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

8

VCS AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use) (Novembre 2008)

Quatre catégories de projets:

1. Afforestation, Reforestation and Revegetation (ARR)
2. Agricultural Land Management (ALM)
3. Improved Forest Management (IFM)
4. Reduced Emissions from Deforestation and Degradation (REDD)

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

9

- ❑ Le VCS AFOLU utilise les Lignes Directrices du GIEC (2006) pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ainsi que les méthodologies du MDP.
- ❑ Le VCS AFOLU produit des crédits carbone permanents.
- ❑ Les projets mettent en réserve une partie de leurs crédits carbone dans un compte commun (« buffer account ») du VCS pour réduire les risques de non-permanence.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

10

The Gold Standard
Premium quality carbon credits

Gold Standard

- ❑ Développé par WWF, SouthSouthNorth et Helio, sur la base de plusieurs périodes de consultation publique;
- ❑ Soutenu par 56 ONG (David Suzuki, Greenpeace, Pelangi, Pembina, Rainforest Alliance, Winrock etc.);
- ❑ Des obligations strictes en matière de bénéfices environnementaux et sociaux, ainsi que de participation des parties prenantes;
- ❑ Le GS a pour objectif de produire des crédits carbone de haute qualité.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

11

- ❑ Les projets GS se veulent transparents et égalitaires en matière d'accès aux marchés du carbone;
- ❑ Les projets de production d'énergie incluant des communautés locales doivent démontrer que celles-ci ont volontairement cédé leurs droits carbone.
- ❑ Projets éligibles: énergies renouvelables et efficacité énergétique.

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

12

Gold Standard et biomasse

- ❑ Des « preuves convaincantes » doivent démontrer que la biomasse utilisée est renouvelable;
- ❑ L'utilisation de terres produisant des denrées alimentaires est interdite;
- ❑ Les projets doivent déclarer l'utilisation des OGM et se plier à l'opinion des parties prenantes locales;
- ❑ L'utilisation de l'huile de palme est sujette aux principes de développement durable (RSPO)¹;

1. Roundtable on Sustainable Palm Oil

13

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Gold Standard "Do no harm assessment"

1. Droits de l'homme
2. Déplacements de populations
3. Patrimoine culturel
4. Conditions de travail
5. Travail des enfants
6. Discrimination
7. Santé et sécurité
8. Principe de précaution
9. Corruption



14

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

GS "Matrice de développement durable¹"

- ❑ Notation des indicateurs sur une échelle de -2 (impacts négatifs majeurs) à +2 (impacts positifs majeurs);
- ❑ Surveillance des indicateurs de développement durables sur la période de comptabilisation;
- ❑ Généralement reconnu comme le standard le plus exigeant.

Indicateur	Mitigation measures	Table 1.1 Relevance to achieving MDG	Options parameter and explanation	Preliminary score
Total Standard evaluation of sustainable development	Final report may include negative impacts not covered by the standard	Check non-quantifiable and non-distributable impacts	Developing impact assessment	Negative impact score - in case negative impact is not fully mitigated score -2 in case negative impact is fully mitigated
Air quality				No change in impact score 0 Positive impact score +2
Water quality and quantity				
Soil conservation				
Other pollutants				
Biodiversity				
Employment				
Localisation of the project				
Access to electricity and clean energy services				
Human and institutional capacity				
Quantitative evaluation and future generation				
Balance of payments and technology transfer				
Technology transfer and technology self-reliance				

1. GS Sustainable development matrix

15

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Climate, Community and Biodiversity Standards (CCBS)

- ❑ CCB Alliance, créé en 2003, est un partenariat d'instituts de recherche, d'entreprises et d'ONG¹.
- ❑ "Faire face aux changements climatiques. Aider les communautés. Conserver la biodiversité."
- ❑ Les Standards peuvent s'appliquer à tous les projets régulés ou volontaires, liés à l'utilisation des terres, partout dans le monde:
 - o projets de réduction des émissions à travers le déboisement et la dégradation évités (REDD)
 - o projets d'absorption du dioxyde de carbone par la séquestration (exemples: reboisement, boisement, revégétation, réhabilitation forestière, agroforesterie, agriculture)

1. BP, Care, Conservation International, Intel, Nature Conservancy, Rainforest Alliance, SC Johnson, World Conservation Society etc.)

16

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

- ❑ La conformité d'un projet aux 14 obligations des CCBS est déterminée par des auditeurs indépendants et accrédités;
- ❑ Les projets doivent démontrer:
 - o des impacts positifs nets sur les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre,
 - o la conservation de la biodiversité,
 - o l'amélioration du bien-être économique et social des communautés;
 - o l'engagement des parties prenantes,
 - o un titre clair et incontesté donnant les droits au carbone,
 - o l'absence de différend foncier.
- ❑ Les projets obtiennent une accréditation « Or » s'ils se conforment à au moins l'une des trois obligations optionnelles.

G1	Original Conditions in the Project Area	Required
G2	Baseline Projections	Required
G3	Project Design and Goals	Required
G4	Management Capacity and Best Practices	Required
G5	Legal Status and Property Rights	Required

C1.1	Net Positive Climate Impacts	Required
C1.2	Offsite Climate Impacts ("Leakage")	Required
C1.3	Climate Impact Monitoring	Required

CO1	Net Positive Community Impacts	Required
CO2	Offsite Stakeholder Impacts	Required
CO3	Community Impact Monitoring	Required

B1	Net Positive Biodiversity Impacts	Required
B2	Offsite Biodiversity Impacts	Required
B3	Biodiversity Impact Monitoring	Required

GL1	Climate Change Adaptation Benefits	Optional
GL2	Exceptional Community Benefits	Optional
GL3	Exceptional Biodiversity Benefits	Optional

CCB Standards Validation Levels:	
40/40	Or (Required)
30/40	Or (Optional)
20/40	Or (Optional)

17

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



- ❑ Pas de restriction en termes de localisation, taille, période de comptabilisation ou financement;
- ❑ La CCBA ne délivre pas des certificats de réductions quantifiées d'émissions et encourage l'application conjointe d'un standard de comptabilisation du carbone (MDP ou VCS par exemple);
- ❑ La vérification doit être effectuée au moins une fois tous les cinq ans.



18

Oliver Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013



Plan Vivo - "Gestion Carbone et Moyens d'Existence Rurale"¹

- ❑ Fondée en 1994 par Edinburgh Centre for Carbon Management (ECCM), El Colegio de la Frontera (ECOSUR) et University of Edinburgh
- ❑ Approche coopérative focalisée sur les bénéfices communautaires et de conservation
- ❑ Les objectifs généraux de Plan Vivo sont de :
 - ❑ Séquestrer le carbone sur le long terme dans des systèmes de développement durable ;
 - ❑ Contribuer à la durabilité des moyens d'existence ;
 - ❑ Assister les fermiers et les communautés dans le développement d'une gestion durable des terres ;
 - ❑ Se concentrer sur les fermiers aux revenus les plus bas dans les régions marginalisées.

1. "Carbon Management and Rural Livelihoods"

19

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

En quoi consiste Plan Vivo?

- ❑ Un "Plan Vivo" ou "Plan Vivant" est un plan de gestion à long terme formulé par un fermier ou une communauté rurale;
- ❑ Les Plans Vivo consistent en des activités de conservation financées par la vente de VER appelés « Plan Vivo Certificates » (1 tonne de CO₂e);
- ❑ Les revenus sont versés périodiquement aux fermiers sur plusieurs années au fur et à mesure que les objectifs des plan sont atteints;



1. "Carbon Management and Rural Livelihoods"

20

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Quelles activités sont éligibles au Plan Vivo?

- ❑ Activités de séquestration du carbone
 - Agroforesterie, petites plantations d'arbres (fruits, bois de construction, combustibles)
 - Restauration des écosystèmes dégradés
 - Conservation des forêts menacées par la déforestation
- ❑ Location des projets: Mexique, Uganda, Mozambique;
- ❑ Taille des projets: pas de minimum ou de maximum.



1. "Carbon Management and Rural Livelihoods"

21

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Conclusions

- ❑ Une multiplicité des standards (approches coopératives/ONG ou approches affaires/finance carbone;
- ❑ Un marché en croissance, et une évolution rapide et flexible;
- ❑ Absence de marque de grand renom;
- ❑ Une alternative viable aux marchés régulés.



22

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Références

Ecosystem Marketplace and New Carbon Finance (2008), *Forging a Frontier: State of the Voluntary Carbon Markets 2008*.

House of Commons (2007), *The Voluntary Carbon Offset Markets*.

Tufts Climate Initiative (2006), *Voluntary Offsets for Air-Travel Carbon Emissions*.

WWF Germany, Stockholm Environment Institute, Tricorona (2008), *Making Sense of the Voluntary Carbon Market – A Comparison of Carbon Offset Standards*.

All photographs are credited to the respective standards' websites (accessed May 2009).

23

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie
MASTRE RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées



Enjeux, Impacts et causes de la déforestation

Préambule au REDD

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013

cirad

1

Enjeux, Impacts et causes de la déforestation

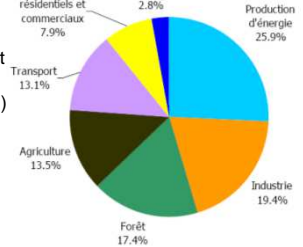
- Enjeux
- Données intéressant les stocks de carbone sur la planète en Afrique et sur l'Afrique centrale
- Taux de déforestation en Afrique centrale et estimation des émissions de GES
- Causes de la déforestation

4-8 novembre 2013

Emissions liées à la déforestation parmi les 50 Gt eqCO₂ d'émissions anthropogéniques de la planète en 2004

Les 17,4 % du secteur forêt représentent :
8,7 Gt eqCO₂/an (2,4 GtC/an) dont

- > 5,8 Gt eqCO₂/an (soit 1,6 GtC/an) déforestation stricto sensu
- > 1,9 Gt eqCO₂/an (0,5 GtC/an) assèchement de zone humide

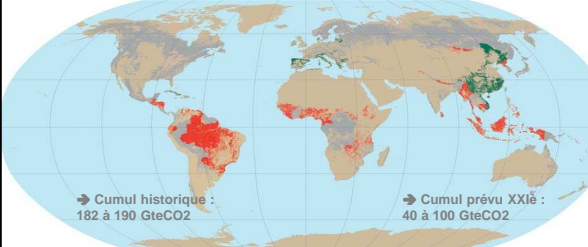


Ces chiffres ne tiennent pas compte de la dégradation forestière
(Au Brésil dégradation forestière = 25% de la déforestation)

Source: IPCC 2007

Ampleur de la déforestation

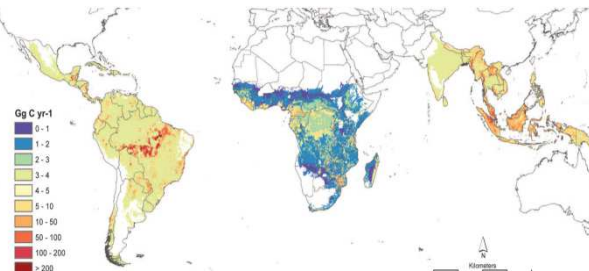
→ 2000/2005 = -7,3 Mha/an (1990-2000 : - 8,9 Mha/an), soit -5,9 GtCO₂/an (25% GES mondiaux)



Cumul historique : 182 à 190 GtCO₂
Cumul prévu XXI^e : 40 à 100 GtCO₂

4-8 novembre 2013

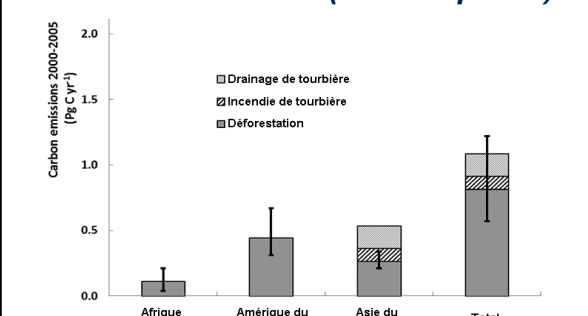
Distribution des émissions annuelles de carbone issues de la déforestation brute durant la période 2000 / 2005 à l'échelle d'une résolution spatiale de 18,5km



D'après Harris, Brown et al – Sciences 2012

→ La déforestation est localisée à 60% en zone humide, soit 83% des émissions, et 40% en zone sèche soit 17% des émissions

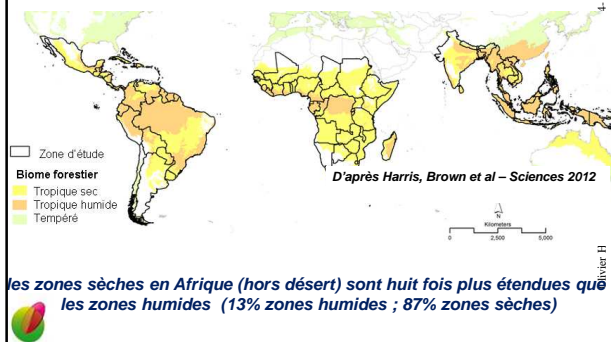
Emission brute annuelle de carbone entre 2000 et 2005 (zone tropicale)



D'après Harris, Brown et al – Sciences 2012

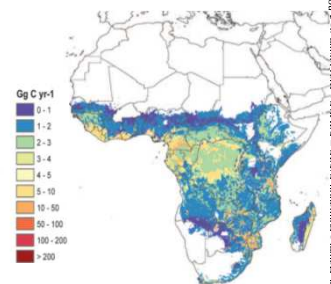
6

Déséquilibre de la répartition des zones sèche/humide de la planète



Distribution des émissions annuelles de carbone issues de la déforestation brute durant la période 2000 / 2005 à l'échelle d'une résolution spatiale de 18,5km

Déforestation et émissions sont plus importantes dans les zones sèches, bien qu'en moyenne les stocks de C en savane soit 4 fois plus faible que dans les zones humides.



D'où un problème de compréhension dans le cadre des négociations internationales

D'après Harris, Brown et al – Sciences 2012

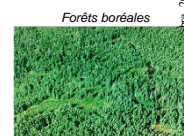
Enjeux, Impacts et causes de la déforestation

- Enjeux
- Données intéressantes les stocks de carbone sur la planète en Afrique et sur l'Afrique centrale
- Taux de déforestation en Afrique centrale et estimation des émissions de GES
- Causes de la déforestation

Les stocks de carbone dans la biosphère continentale

Biotope	Surface 10 ⁶ km ²	Stocks de carbone		
		Biomasse en GtC	Sol en GtC	Total en GtC
Forêts tropicales	17,6	212	216	428
Forêts tempérées	10,4	59	100	159
Forêts Boréales	13,7	88	471	559
Savannes	22,5	66	264	330
Prairies	12,5	9	295	304
Déserts	45,5	8	191	199
Toundra	9,5	6	121	127
Zones Humides	3,5	15	225	240
Agrosystèmes	16	3	128	131
Total	151,2	466	2011	2477

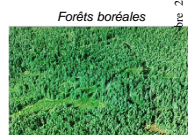
Source WBGU 1998 : Conseil consultatif allemand sur le changement mondial
Repris par l'IPCC 2000



Les stocks de carbone dans la biosphère continentale

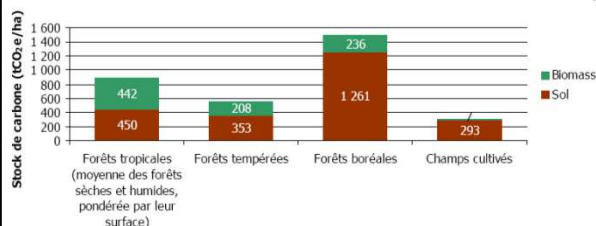
Biotope	Surface 10 ⁶ km ²	Stocks de carbone		
		Biomasse tC/ha	Sol tC/ha	Total tC/ha
Forêts tropicales	17,6	120	123	243
Forêts tempérées	10,4	57	96	153
Forêts Boréales	13,7	64	344	408
Savannes	22,5	29	117	147
Prairies	12,5	7	236	243
Déserts	45,5	2	42	44
Toundra	9,5	6	127	134
Zones Humides	3,5	43	643	686
Agrosystèmes	16	2	80	82

Source WBGU 1998 : Conseil consultatif allemand sur le changement mondial
Repris par l'IPCC 2000



Stocks de carbone moyens en forêt tropicale, tempérée et boréale

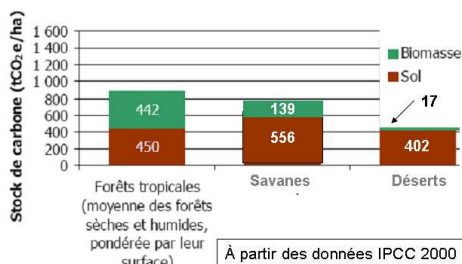
Les stocks de carbone en forêt varient en fonction du pool carbone, du climat et des modes de gestion



Source IPCC 2000

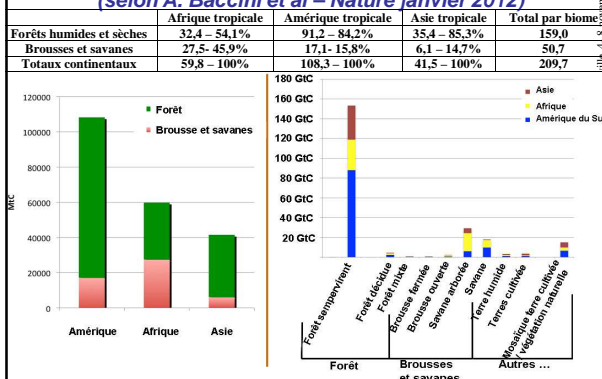
Stocks de carbone moyens en forêts, savanes, déserts,

Les stocks de carbone en forêt varient en fonction du pool carbone, du climat et des modes de gestion



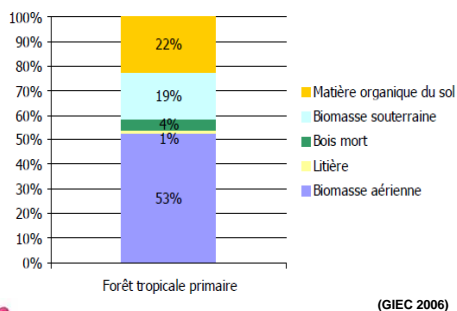
Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Stocks de carbone aérien moyens en forêts, savanes, déserts (selon A. Baccini et al – Nature janvier 2012)



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

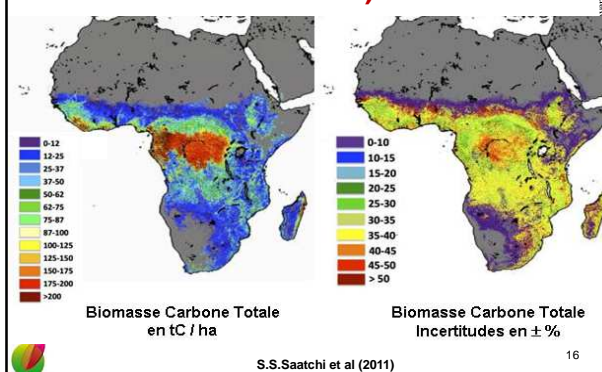
Pool carbone d'une forêt tropicale primaire



15

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Stocks de carbone forestier (biomasse aérienne et souterraine) et incertitudes



16

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Comparaison Saatchi et al 2011 et EDF 2008/2010

Pays	Surface pays	Surfaces forestières correspondant à un seuil minimum de 10% de			Surfaces forestières correspondant à un seuil minimum de 25% de			Surfaces forestières correspondant à un seuil minimum de 30% de		
		Surface forestière	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C	Surface forestière	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C	Surface forestière	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C
	million d'ha	million d'ha	en Giga tonne	par hectare	million d'ha	Total	par hectare	million d'ha	Total	par hectare
Cameroun	47	36	4,65	129	30	4,27	142	27	4,09	151
Congo	34	29	4,09	141	24	3,82	160	23	3,79	164
Gabon	27	24	3,07	160	22	3,57	164	21	3,50	165
Guinée Equ	3	3	0,42	159	2	0,39	160	2	0,39	160
RCA	62	53	3,26	62	42	2,78	66	34	2,38	70
RDC	234	205	24,14	118	177	22,66	128	164	22,01	134
Total Bdc	407	349	40,43	116	297	37,48	126	271	36,14	133

Biomasse aérienne et souterraine										
Résultats basés sur données carbone d'EDF 2008 et évaluation des surfaces des écotypes selon EDF 2010										
Pays	Surface pays	FDH+(FDS+CR)+(SA+MF)			FDH+(FDS+CR)			FDH		
		Surfaces	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C	Surfaces	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C	Surfaces	Stock C Biomasse	Stock moyen en tonne C
	million d'ha	million d'ha	en Giga tonne	par hectare	million d'ha	Total	par hectare	million d'ha	Total	par hectare
Cameroun	46	39	3,64	94	24	3,26	134	19	2,82	151
Congo	34	28	3,43	121	25	3,35	133	21	3,08	145
Gabon	26	25	3,59	145	24	3,56	149	23	3,47	154
Guinée Equ	3	3	0,36	136	3	0,36	137	2	0,32	153
RCA	62	57	2,48	44	11	1,30	118	7	1,07	154
RDC	232	204	20,88	103	160	19,71	123	115	16,96	148
Total Bdc	404	355	34,37	97	247	31,54	128	196	27,82	143

17

Enjeux, Impacts et causes de la déforestation

- Enjeux
- Données intéressant les stocks de carbone sur la planète en Afrique et sur l'Afrique centrale
- Taux de déforestation en Afrique centrale et estimation des émissions de GES
- Causes de la déforestation

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Taux de déforestation des pays du BdC EDF 2010

Six pays du BdC	1990 / 2000 EDF 2010	2000 / 2005 EDF 2010
Déforestation	brute (%)	brute (%)
Taux annuel	0,13	0,26
	nette (%)	nette (%)
	0,09	0,17

EDF 2010	1990 - 2000	2000 - 2005
Pays	n	n
Cameroun	51	20
Congo	70	40
Gabon	58	12
Guinée Equ	8	0
RCA	26	23
RDC	334	242
Total BdC	547	337

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Comparaison des estimations d'émissions pour chaque pays du BdC selon EDF 2010 et Harris, Brown et al 2012

	2000/2005 - Harris et Brown				2000/2005 - Ernst et al			
	Sur échantillons avec CA ≥ 25%				Sur Forêt Dense Humide			
	Surface	Déforestation brute	Stock moyen	Emission en	Surface	Déforestation brute	Stock	Emission en
	en Million ha	millier ha/an	Taux annuel	t/Cha	en Million ha	millier ha/an	Taux annuel	Million t/Cha
Cameroun	26	54	0,208	142	7	19,1	32	0,17
Congo	23	26	0,113	160	3	21,3	34	0,16
Gabon	19	24	0,126	164	4	22,5	16	0,07
Guinée Equat	2	3	0,150	160	1	2,1	-	-
RCA	36	65	0,181	66	4	6,9	7	0,10
RDC	167	203	0,122	128	23	114,5	366	0,32
Total BdC	273	375	0,137	127	42	186,4	485	0,26

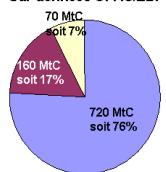
11e 4-8 novembre 2013

Olivier Hanel

20

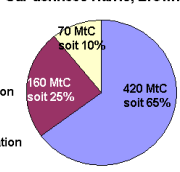
Distribution des émissions anthropiques cumulées à partir des données OFAC/EDF et Harris, Brown sur la période 2000 / 2010

Sur données OFAC/EDF



Total : 950 MtC sur 2000/2010

Sur données Harris, Brown



Total : 650 MtC sur 2000/2010

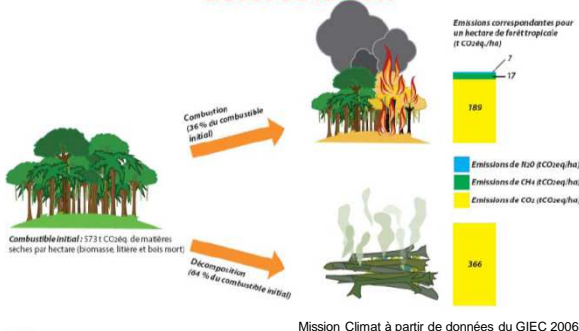
Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Enjeux, Impacts et causes de la déforestation

- Enjeux
- Données intéressant les stocks de carbone sur la planète en Afrique et sur l'Afrique centrale
- Taux de déforestation en Afrique centrale et estimation des émissions de GES
- Causes de la déforestation

Olivier Hanel - Formation ENSAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Type de gaz dont l'émission est due à la déforestation



Mission Climat à partir de données du GIEC 2006

11e 4-8 novembre 2013

Type de gaz dont l'émission est due à la déforestation

Les sols représentent une source d'émissions, mais ils sont moins affectés. S'ils sont labourés une fois déforestés, ils libèrent 8% du stock initial en carbone.

Une forêt déboisée libère la totalité de son stock en 10 ans. Lorsqu'une forêt est plantée, son stock met plus de 100 ans pour atteindre les niveaux d'une forêt naturelle. A court terme, il faudrait donc planter 10 ha pour chaque ha déforesté.

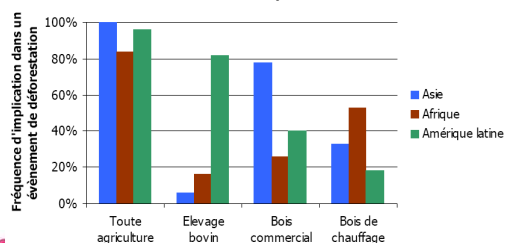
Mission Climat à partir de données du GIEC 2006

11e 4-8 novembre 2013

Causes de la Déforestation

Elles varient d'un endroit à l'autre du globe

- L'agriculture est partout une cause majeure de la déforestation
- L'énergie et l'exploitation bois œuvre peuvent être localement des moteurs de déforestation important

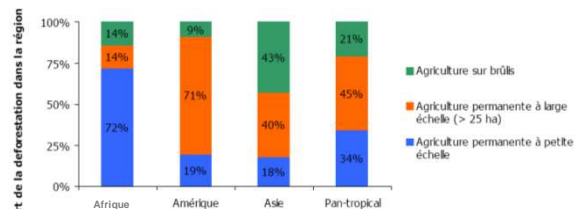


Source : Mission Climat de la Chaire des Défis, d'après Gopal et Lamin 2007

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

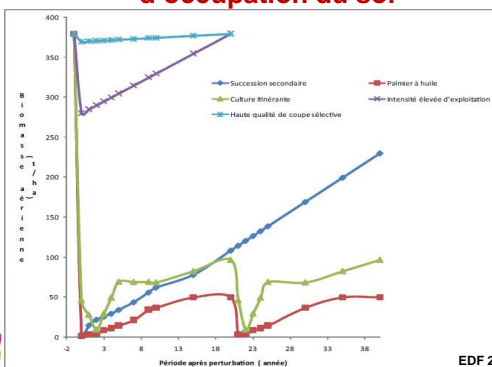
Agriculture et déforestation

En fonction des continents l'impact des différents types d'agriculture sont des moteurs variables de la déforestation



Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Evolution dans le temps de la biomasse aérienne pour différents systèmes d'occupation du sol



EDF 2008

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

MERCI



olivier.hamel@cirad.fr

Olivier Hamel - Formation ENAF - PAGEF - Brazzaville 4-8 novembre 2013

Université Marien Ngouabi
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Forêt
MASTRE RECHERCHE
Gestion Durable des Forêts Naturelles et Plantées



Démarche REDD+

Olivier Hamel
Brazzaville - 04 au 08 novembre 2013



1

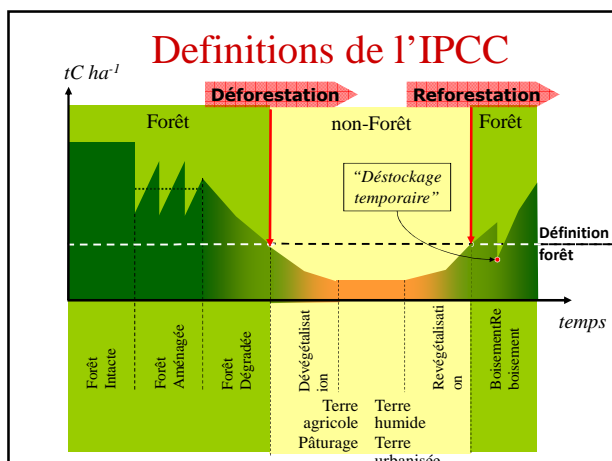
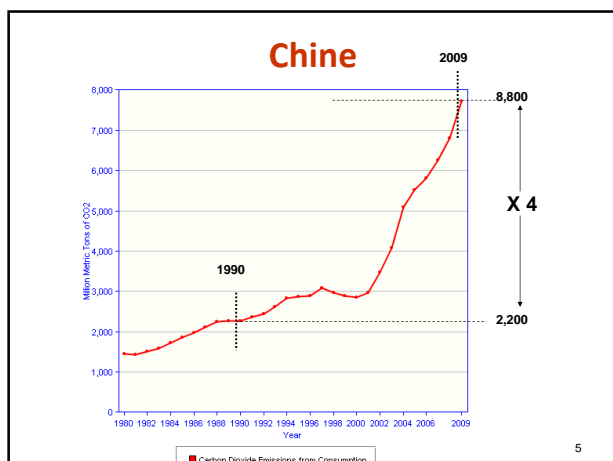
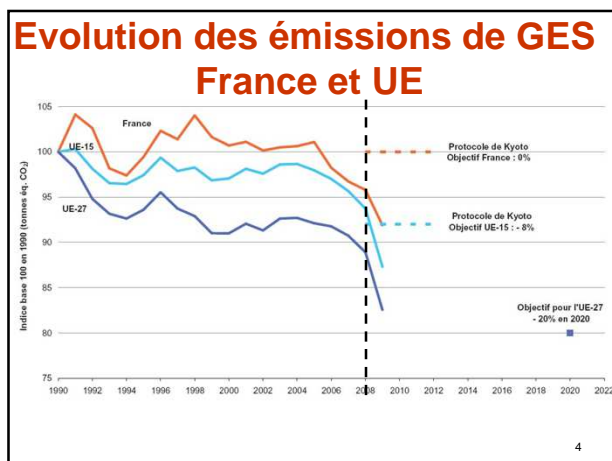
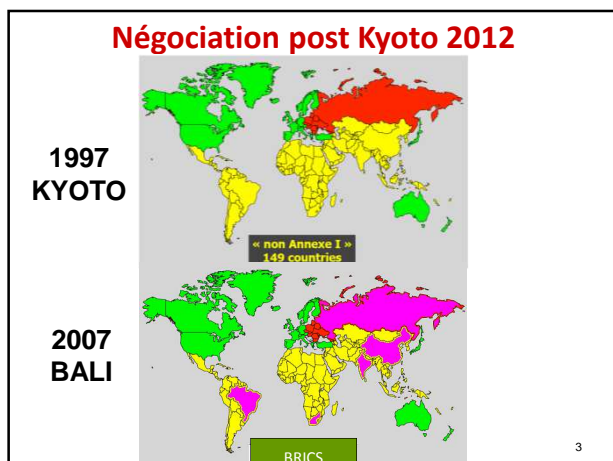
Négociations Post Kyoto 2012

COP 11 de Montréal 2005:
Soumission Papouasie Nouvelle Guinée et Costa Rica
► **Déforestation Evitée (RED)**
Réduction des Emissions liées à la Déforestation

► **Déforestation et Dégradation Forestière (REDD)**
Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation forestière (COP 12 et 13)

► **REDD+ (COP 13 – 2007 BALI)**
Réduction de la déforestation et de la dégradation forestière et, incitations positives pour favoriser la préservation et la gestion durable des forêts et le renforcement des stocks de carbone forestier
► **REDD++**

2



Décisions de Bali : le Plan de Bali

- Ce plan propose de prendre en considération **les approches politiques et les incitations positives** « pour tout ce qui concerne la réduction du déboisement et la dégradation des forêts dans les PED ; ainsi, que le rôle de la préservation et de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestiers dans les PED ».
- Il est dit explicitement qu'il convient d'envisager « des démarches sectorielles pour **mettre en œuvre toutes les pratiques et procédés techniques qui permettent de maîtriser, de réduire et de prévenir les émissions de GES dans tous les secteurs et notamment, l'énergie, l'agriculture, les forêts et la gestion des forêts et ouvre donc des perspectives sur la prise en compte d'approches de type « bottom up** ».

Déforestation & Dégradation

Processus conduisant à une disparition ou une diminution du stock de bois sur pied et donc à une émission forte de eCO₂

- Déforestation : processus *rapide et volontaire*
→ Changement d'usage des terres forestières
- Dégradation : processus *progressif et insidieux* [qui peut conduire] à la déforestation
→ traduit une mauvaise gestion du patrimoine forestier

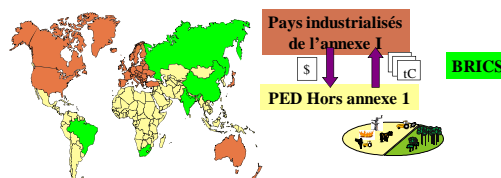
Dégradation n'est donc pas seulement le constat qu'au temps t_1 , l'écosystème x est plus pauvre qu'au temps t_0 (en termes de stock)

Gestion Forestière « durable »

Aménagement forestier

- un système de production renouvelable de la ressource forestière qui passe par une exploitation périodique de celle-ci en maintenant l'écosystème dans un nouvel équilibre qui lui permet de se reconstituer « durablement » selon un autre type de biodiversité.
- Conservation

Post Kyoto 2012 : Démarche REDD+



- REDD+ : Prise en considération, des approches politiques qui peuvent avoir des impacts sur la réduction du déboisement et la dégradation forestière et, les incitations positives susceptibles de favoriser la préservation et la gestion durable des forêts et le renforcement des stocks de carbone forestier

Approche Politique

Plan d'Action de Bali, Accords de Copenhague
Décisions de Cancun COP 16

Marché / Fonds Contraignant

Démarche Volontaire

10

Démarche REDD+ ... nationale ou sous-nationale ?

- Plan d'Action de Bali COP-13 déc 2007
⇒ *initiatives pilotes* ⇒ *dont FCPF (Banque mondiale)*
 - Accords de Copenhague déc 2009
 - Décisions de Cancun COP-15 déc 2010
- « **Approche nationale**, avec possibilité d'une mise en œuvre sous-nationale, sous réserve d'une consolidation nationale ultérieure »
- Mais pas de définition du sous national
 - D'où des interprétations différentes sur les approches REDD+ et sur la consolidation de la comptabilité « carbone » nationale et MRV

11

Démarche politique ou approche « projets REDD+ »

Prise en considération des approches politiques et des incitations positives pour ce qui concerne : la réduction du déboisement et la dégradation des forêts ; ainsi que le rôle de la préservation et de la gestion durable des forêts et, du renforcement des stocks de carbone forestier

L'additionnalité est-elle définie

- + en mesurant globalement l'impact des politiques mises en œuvre à une échelle nationale ou sous-nationale ?
- + ou bien se mesure-t-elle uniquement dans le cadre de la déclinaison des politiques en projets « REDD+ » concrets de terrain ?

Conséquences importantes : sur le rôle de l'Etat et sur les retombées financières potentielles pour l'ETAT

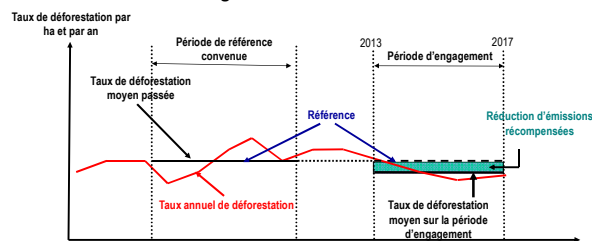
12

2 - Quel scénario de référence ?

- Scénario historique ou Scénario historique avec facteur d'ajustement
- Mesure d'un simple stock de la biomasse sur pied au temps T0 ou bien estimation d'une dynamique de la dégradation en termes de flux (ΔI) ?

Scénario de référence pour le REDD

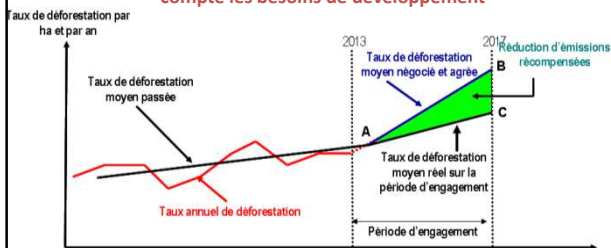
- Scénario historique :
réduction de la déforestation par rapport
à une période de référence passée
Ex. en regard du taux de déforestation



Mais au-delà du taux de déforestation la difficulté est aussi de traduire ce taux en termes d'émission ce qui implique une évaluation de la biomasse

Scénario de référence pour le REDD

- Scénario historique avec facteur d'ajustement : pour prendre en compte les besoins de développement



Aire [ABC] : déforestation « évitée » (par rapport au scénario) pouvant ouvrir droit à des crédits carbone (via le marché) ou à une rémunération (via un fonds)

La difficulté est aussi de traduire ce taux en termes d'émission ce qui implique une évaluation de la biomasse

Socle des scénarios de référence et objectifs des démarches REDD+

- Impacts des législations et directives d'application dans la définition des scénarios de référence ou des lignes de base
- Dans une Démarche « politique » REDD+
 - ✓ Socle du SdR historique : législations préexistantes au REDD+ et états d'application de ces législations
 - ✓ Scénario REDD+ : applications effectives de la législation précédentes + nouvelles législations + politiques sect.
- Pour une Approche projet type MDP
 - ✓ Socle du SdR : applications des législations et existantes
 - ✓ Scénario MDP : Aller au delà des législations existantes

16

Le «pool» Carbone

- Biomasse aérienne
- Biomasse souterraine
- Litière
- Bois mort
- Carbone de la matière organique du sol

« Une Partie peut choisir de ne pas incorporer dans sa comptabilité carbone l'une des composantes du Pool, si des informations fiables et contrôlables démontrent que ce choix n'entraînera pas une surévaluation du bilan net des séquestrations anthropogéniques de GES »

Pour le REDD, seul la biomasse aérienne et dans certaine condition la biomasse souterraine sont intégrables ... c'est une question d'échelle

17

Que créditer pour le REDD+ ?

- Soit une approche indifférenciée au niveau du pays en prenant une valeur moyenne de stock de carbone toutes forêts confondues, selon les méthodes de type IPCC
- Soit une approche différenciée qui nécessite :
 - La localisation des forêts à risques (hors REDD)
 - Un aménagement du territoire ou un plan d'affectation des terres
 - Des inventaires localisés pour estimer la biomasse de référence sur stratifications
 - Une détermination de l'équilibre du stock de carbone selon la destination des forêts

18

Que créditer pour le REDD+ ?

→ Dépend étroitement de l' **échelle d'approche**, de la **définition « forêt »** (national, sous national, local,...)

→ **Méthodologie à mettre en œuvre**

- **Évaluation par image satellite** : image optique ; image radar
- **Inventaire de terrain** : plan d'échantillonnage fonction de l'échelle et des objectifs recherchés
- En général ils font références aux méthodologies du GIEC, mais

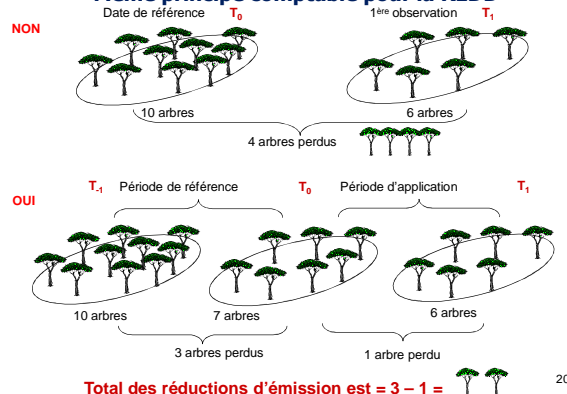
→ **Autres méthodologies : Approche « produit »**

- + Flux des produits
- + Empreintes « carbone »

19

Mesure de l'Additionnalité

Même principe comptable pour la REDD

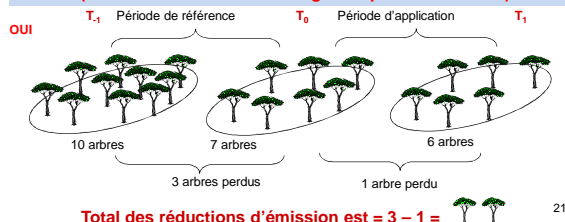


Mesure de l'Additionnalité

Même principe comptable pour la REDD

C'est seulement la différence de dynamique entre l'évolution des stocks de carbone de la période de référence et celle de la période d'application qui est comptabilisée

« Déforestation évitée et Dégradation évitée » sont basées sur une **additionnalité** traduite par une **inversion de la dynamique de flux et pas sur l'accroissement des stocks** (même si les flux sont renseignés à partir des stocks)



4. Marché d'engagement ou Fonds

- Marché d'engagement du type PK
 - Cohérence de la précision des mesures avec celle exigée par les mécanismes
 - Concurrence trop forte : tuer le le MDP ou le PK ?
- Fonds contraignant, hors PK puis dans le PK ?
- Fonds volontaire
- (Ex. « Fonds Vert » mis en place)

Principes généraux à respecter par le REDD comme pour les autres mécanismes

(CCNUCC, Kyoto, post Kyoto)

- Le traitement de ces activités repose sur des fondements scientifiques solides et sur des méthodes cohérentes / temps
- **Pas de double valorisation** d'une même tonne de carbone
- La simple présence de stocks de carbone n'est pas comptabilisée → **Nécessité d'un impact anthropique**
- L'exécution d'activités liées à l'LULUCF contribue
 - à la préservation de la **biodiversité** biologique et
 - à l'utilisation **durable** des ressources naturelles
- Pas de détournement de l'Aide Publique au Développement

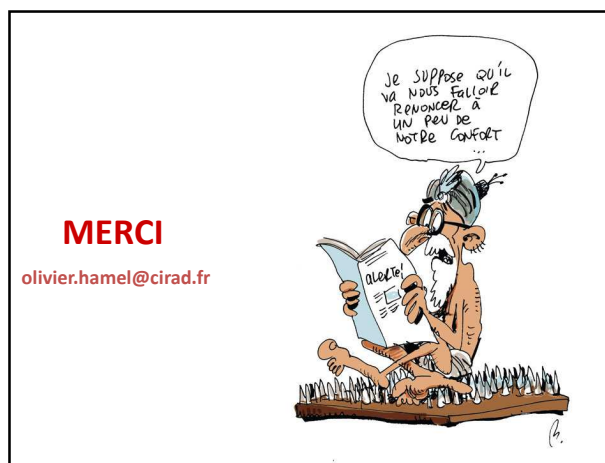
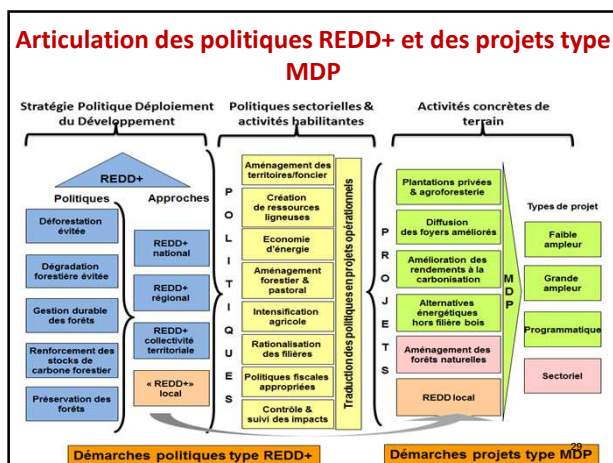
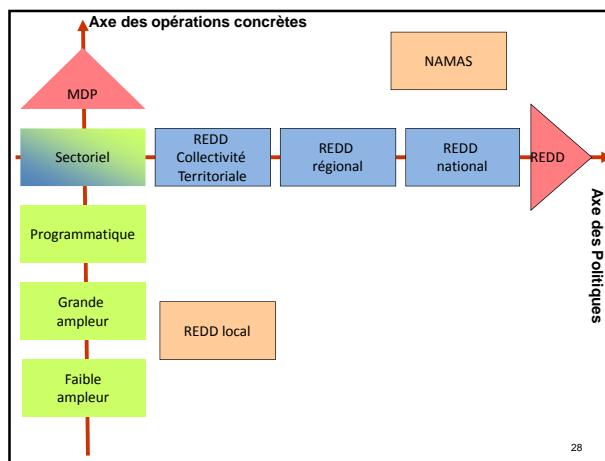
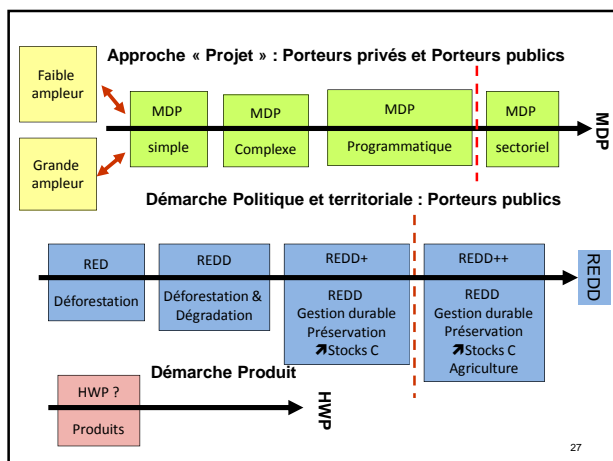
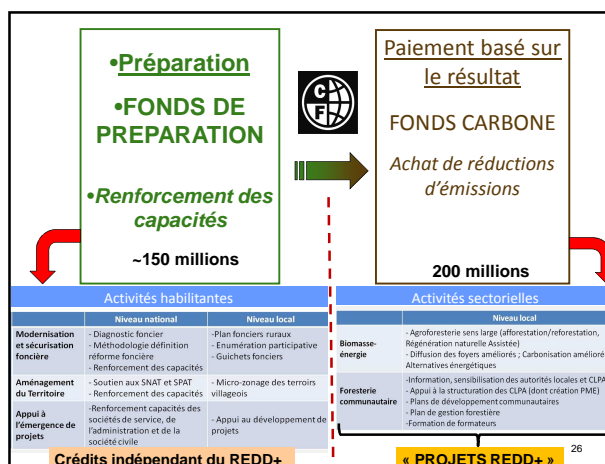
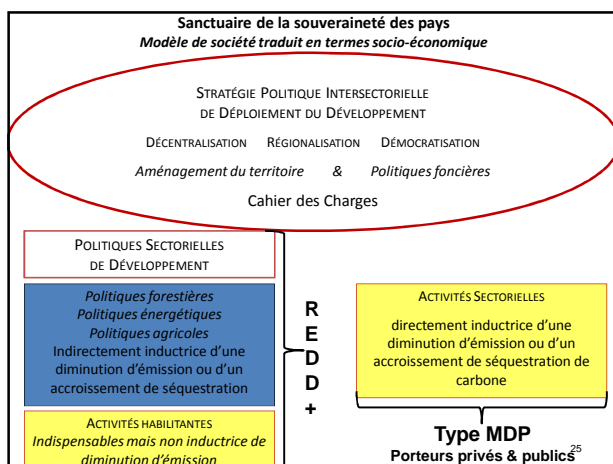
23

Principes communs d'éligibilité

pour tous les mécanismes

- « **Additionnalité** » bilan flux C/CO₂ sur période
 - Scénario de référence / Ligne de base
 - Scénario poursuivi
- « **Frontières de l'objet évalué** »
 - Définitions Forêt - Déforestation - Dégradation
 - « Fuites »
- **Retombées positives**
 - pour les populations
 - pour la biodiversité
- **Mesures / Rapportage / Vérification (MRV)**

24





Appui à l'ENSAF / Université Marien N'Gouabi
Activité : Changement Climatique - mission CIRAD



ANNEXE 3

QCM Avec Corrections Intégrées





Appui à l'ENSAF / Université Marien N'Gouabi
Activité : Changement Climatique - mission CIRAD



MASTER : Unité Changement Climatique et Mécanismes « Carbone »

Responsable : Mme Rosalie Matondo ; Intervenant : M. Olivier Hamel

MASTER : Nom et Prénom : Note :/80

1^{ère} Partie : L'effet de serre

1.1 - L'effet de serre est un processus physique : *cochez la bonne réponse*

1 point

Toujours - Toujours + **+ mais pouvant devenir -** - mais pouvant devenir +

1.2 – Les Radiations solaires sont essentiellement composées de :

Cochez la bonne réponse

1 point

51% Ultraviolet
8% Visibles
41% Infrarouge

8% Ultraviolet
51 % Visibles
41% Infrarouge

8% Ultraviolet
41% Visibles
51% Infrarouge

1.3 – Energie Solaire reçue par la terre et Energie émise par la Terre

Cochez les bonnes réponses

1 point

1.31 – L'énergie solaire reçue par la terre est essentiellement dans le domaine de : **Ultraviolet** **Visibles** **Infrarouge**

1 point

1.32 – L'énergie émise par la terre est essentiellement dans le domaine de :

Ultraviolet

Visibles

Infrarouge

1.4 – Composition de l'Atmosphère Terrestre au niveau de la Troposphère

Parmi les gaz suivants : Oxygène (O₂), Gaz carbonique (CO₂), Argon, Méthane (CH₄), Vapeur d'eau (H₂O), Azote (N₂), Gaz nitreux (N₂O), Gaz fluorés et chlorés,

1.41 - Placer par ordre d'importance en quantité les quatre gaz les plus représentés dans l'atmosphère

1 point

1° Azote 2° Oxygène 3° Argon 4° H₂O vapeur °

1.42 – Placer par ordre d'importance en quantité les quatre gaz à effet de serre les mieux représentés dans l'atmosphère

1 point

1° Vapeur H₂O 2° CO₂ 3° CH₄ 4° N₂O °

2 points

1.43 – Les gaz à effet de serre représentent dans l'atmosphère

1% de tous les gaz

20% de tous les gaz

80% de tous les gaz

1.5 – Aérosols et nuages

Les aérosols sont :

1 point

Des gaz

Des particules solides ou liquides

Des nuages

Les nuages sont des :

1 point

Gaz

Gouttelettes d'eau

Gouttelettes d'eau et des cristaux de glace

1.6 – Bilan Radiatif

1.61 – Cocher les facteurs dont dépendent les interactions entre les radiations électromagnétiques et la nature des matériaux constituant l'atmosphère traversée ?

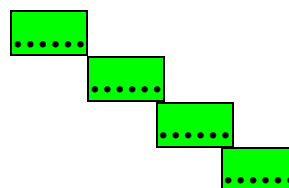
2 points

Des longueurs d'onde des radiations incidentes

Particules solides types aérosols

Molécules des gaz

Types de nuage



1.62 – « Le bilan radiatif global dans l'atmosphère terrestre est le bilan net des radiations électromagnétiques entre d'une part le bilan des radiations solaires incidentes et d'autre part le bilan des radiations terrestres émergentes »

1 point

Vrai

Faux

1.63 – Le Forçage radiatif permet la comparaison de l'efficacité moléculaire de chaque Gaz à effet de Serre (GES) à induire un réchauffement climatique. Le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) est l'indicateur qui caractérise chaque GES.

Par convention la référence des GES est le CO₂ dont le PRG est 1.

D'où la notion de tonne d'équivalent CO₂ (t.eqCO₂) utilisée pour chaque GES.

Pour chaque Gaz cité dans le tableau, inscrivez son PRG, puis le nombre de tonne d'équivalent CO₂ qui lui est attribué, parmi les valeurs suivantes : 1 ; 8 ; 25 ; 298 ; 22.800.

2 points

Gaz	CO ₂	H ₂ O vap	CH ₄	N ₂ O	SF ₆
PRG	1	8	25	298	22800
t-eqCO ₂	1	8	25	298	22800

1.64 – Sachant que la concentration de chacun de ces différents gaz dans l'atmosphère est indiquée dans le tableau qui suit :

Gaz	CO ₂	H ₂ O vap	CH ₄	N ₂ O	SF ₆
Concentration en ppmv	5 000	381	1,7	0,3	0,000 004

Quel est, actuellement, le gaz à effet de serre qui a la plus forte efficacité pour l'effet de serre ?

2 points

.....CO₂.....

2^{ème} Partie : Le changement climatique

2.1 - Indicateur principale

2.11 – Quel est l'indicateur le plus probant qui sert de référence pour évaluer les changements par rapport au passé et qui permet de prévoir le potentiel de changement climatique dans le futur :

1 point

.....CO₂.....

2 points

2.12 – Quelle est la valeur actuelle de cet indicateur en 2010/2012 ?

390 ppmv

1 point

2.13 – Quelle est la durée de la période de référence du passé qui démontre la réalité des perturbations actuelles ?

.....400.000 ans.....

2.14 – Citez au moins 5 conséquences physiques majeures entraînées par la modification de cet indicateur ?

2 points

Température Pluviométrie Fonte des glaces Montée des océans PH
mais aussi cyclones, Typhons Tornades etc .

2.2 – Quels sont les trois principaux lieux de stockage de carbone, sur et autour de la planète, entre lesquels des échanges de flux de carbone ont toujours existé (donc hors les flux anthropiques de la période industrielle) ?

1 point

Océan

Atmosphère

Biosphère/forêt

2.3 – Quelles sont les deux principales activités humaines qui, en induisant des flux de carbone anormaux, entraînent le changement climatique ?

1 point

.....Industrie.....

.....Déforestation...

2.4 – « Même si les émissions sont réduites de façon très importante, les grands indicateurs, CO₂, température, niveau de la mer, continueront de croître. »

2 points

Vrai...

Faux...

2.5 – « Des émissions constantes de CO₂ n'entraînent pas une stabilisation de la concentration atmosphérique. »

2 points

Vrai...

Faux...

2.6 – Selon les modèles les plus récents, et entre le plus optimiste et le moins optimiste, quelle est la fourchette attendue d'ici la fin du siècle pour :

2 points

Accroissement de température ? plus optimiste +0,4° ; moins optimiste +4,8°
Niveau moyen des mers ? plus optimiste +0,3m ; moins optimiste +0,8m

3^{ème} Partie : Les causes anthropiques du changement climatique

3.1 - Classez par ordre d'importance décroissant les sept principales émissions sectorielles anthropogéniques annuelles de la planète :

①=Agriculture, ②=Bâtiments résidentiels & commerciaux, ③=Déchets & eaux usées, ④=Forêts, ⑤=Industries, ⑥=Production d'énergie, ⑦=Transport

2 points

n°1 : ⑥ n°2 : ⑤ n°3 : ④ n°4 : ① n°5 : ⑦.. n°6 : ② n°7 : ③

3.2 – Classez par ordre de consommation décroissante dans le monde les cinq énergies primaires parmi la liste suivante : ①=Charbon ; ②=Gaz ; ③=Hydraulique ; ④=Nucléaire ; ⑤=Pétrole

1 point

n°1 : ⑤... n°2 : ① n°3 : ② n°4 : ④ n°5 : ③.

3.3 – Classez par ordre décroissant les combustibles fossiles selon leurs émissions de CO₂ cumulée dans le monde : ①Charbon ; ②Gaz ; ④Nucléaire ; ⑤Pétrole

2 points

n°1 : ① n°2 : ⑤ n°3 : ② n°4 : ④

3.4 – Sur la période 2000/2005 quelle est l'ampleur de la déforestation mondiale moyenne en millions d'hectare par an (Mha/an) et quelle est son équivalence en Giga tonne d'équivalent CO₂ par an (GteCO₂/an).

1 point

Déforestation en Mha/an : 7,3 Déforestation en GteCO₂/an : 5,9

3.5 – Classez par ordre décroissant les trois continents (en zone tropicale) selon leur émission brute annuelle de CO₂ sur la période 2000/2005 pour la seule déforestation (en excluant les tourbières) : Afrique sub-saharienne ; Amérique du Sud et centrale ; Asie du Sud-Est.

1 point

n°1 : Amérique sud n°2 : ...Asie... n°3 : ...Afrique...

3.6 – Dans la biosphère continentale mondiale, en intégrant le stock de carbone de la biomasse et celui du sol, quelles sont par ordre décroissant les quatre biotopes qui présentent le stock de carbone total le plus important ?

1 point

n°1 : Forêts boréales n°2 : Forêts tropicales n°3 : Savanes n°4 : Prairies

3.7 – Dans la biosphère continentale mondiale, en intégrant le stock de carbone de la biomasse et celui du sol, quelles sont par ordre décroissant les quatre biotopes qui présentent des stocks de carbone par hectare les plus importants ?

2 points

n°1 : Zones humides n°2 : Forêts boréales n°3 : Forêts tropicales n°4 : Prairies

A noter que Forêts tropicales et Prairies sont à peu près identiques donc ex éco.

3.8 - Dans la biosphère continentale mondiale, en ne prenant en compte que le stock de carbone de la biomasse (hors le sol), quels sont par ordre décroissant les quatre biotopes qui, rapportés à la surface de chaque biotope, présentent des stocks de carbone les plus importants ?

1 point n°1 :Forêts tropicales n°2 :Forêts boréales n°3 :Savanes n°4 :Forêts tempérées

3.9 - Dans la biosphère continentale mondiale, en intégrant le seul stock de carbone de la biomasse, quels sont par ordre décroissant les quatre biotopes qui présentent un stock de carbone par hectare le plus important ?

2 points n°1 :Forêts tropicales n°2 ;Forêts boréales n°3 :Forêts tempérées n°4 :Zones humides

3.10 – Sur la période 2000/2005 et parmi les six pays du Bassin du Congo, quel est le Pays qui a le plus fort taux de déforestation brut le plus élevé et celui qui a le taux de déforestation brute le plus faible ?

1 point Tx de déforestation le + élevé **RDC** Tx de déforestation le – élevé **Gabon**

3.11 – Une forêt naturelle « non » exploitée séquestre 95.100 t de carbone dans sa biomasse aérienne. Quel est l'équivalent séquestré exprimé en tonne de CO₂ ?

1 point **349.000 t CO₂**

3.12 - La productivité d'une plantation de 5. 000 ha plantés en 2010, est de 10 tonnes de bois sec anhydre commercial par hectare et par an.

+ En 2020, quelle est la biomasse cumulée sur pied sur cette plantation exprimée en tonne de bois sec anhydre ?

1 point **500.000 t. bois sec anhydre**

Si l'on suppose qu'une tonne de bois sec anhydre contient 0,5 tonne de carbone :

+ Quelle est la biomasse séquestrée en 2020 exprimée en tonne de carbone ?

1 point **250.000 t. C**

+ Quelle est la biomasse séquestrée en 2020 exprimée en tonne de CO₂ ?

2 points **917.500 t. CO₂**

3.13 - Une usine émet 25.000 t de CO₂ par an dans l'atmosphère, 700 t de CH₄ par an et 250 t de N₂O par an :

Quelle la quantité de gaz à effet de serre, exprimée en tonne équivalent CO₂ par an (t.eCO₂/an), émise par cette usine ? (3 points pour cette question)

3 points **= 25.000tCO₂ + 700tCH₄*25+250tN₂O*298 = 117.000t. CO₂**

Pouvoir radiatif de CH₄ = 25 ou 21 ; Pouvoir radiatif de N₂O = 298 ou 310

4^{ème} Partie : Négociations internationales et mécanismes financiers liés au carbone

4.1 - Comment peut-on ATTENUER le changement climatique ?

Entourer le numéro des opérations qui vous paraissent correctes :

- 1 - En diminuant les stocks de carbone des écosystèmes naturels.
- 2 - En diminuant les émissions de gaz à effet de serre des industries ;
- 3 - En augmentant les stocks de carbone des différents biotopes ;
- 4 - En augmentant les émissions de gaz à effets de serre des industries ;
- 5 - En diminuant la déforestation ;
- 6 - En augmentant la dégradation forestière ;
- 7 - En augmentant la consommation d'énergie fossile ;
- 8 - En diminuant la consommation d'énergie fossile ;
- 9 - En améliorant l'efficacité énergétique des fourneaux domestiques ;
- 10 - En diminuant les rendements de carbonisation des fours à charbon.

2 points

4.2 - Comment peut-on s'ADAPTER au changement climatique ?

Citer au moins trois activités ou politiques à mettre en œuvre dès maintenant.

Réponses valables parmi les sept réponses possibles suivantes :

- 1 – En utilisant des matériaux de construction qui isolent de la température extérieure ;
- 2 – En construisant dans des zones sécurisées contre les inondations, les glissements de terrain, les avancées de la mer ;
- 3 – En préservant la biodiversité naturelle ;
- 4 – En sélectionnant des espèces agricoles ou forestières résistantes au stress hydrique ;
- 5 – En modifiant nos habitudes alimentaires ;
- 6 – En modifiant nos styles de vie au quotidien ;
- 7 – En développant la Recherche.

2 points

4.3 – Regrouper les différents concepts suivants selon leur affinité en deux groupes distincts : *Emission* ; *Fixation* ; *Puits* ; *Séquestration* ; *Source* ; *Stockage*.

...Emission...

...Source...

.....
.....

Fixation

Puits

Séquestration

Stockage

2 point

4.4 – Compléter les phrases suivantes :

Une forêt en croissance **Augmente** son stock de carbone, en **réduisant** celui de l'atmosphère. Si la forêt **disparaît** le stock de carbone retourne dans l'atmosphère.

1 point

4.5 – Au niveau du secteur forestier, citer au moins six activités concrètes du secteur forêt/énergie pouvant atténuer le changement climatique ?

Reboisement Agroforesterie Conservation Gestion forestière Efficacité énergétique / fourneaux améliorés Amélioration carbonisation Boisement etc.

2 points

4.6 – Convention et Protocole

4.61 – Comment s'appelle la convention internationale adoptée en 1992 lors d'une Assemblée Générale des Nations Unies portant sur les risques climatiques ? **Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique**

1 point

4.62 – Comment s'appelle le Protocole adopté 5 ans plus tard par les Nations Unies destiné à adopter des modalités concrètes d'application de la précédente Convention ? **...Protocole de Kyoto...**

1 point

4.63 – Quel est l'objectif principal concret de ce Protocole ?

Dans la liste suivante entourer le numéro correspondant à la bonne réponse :

❶ – Diminuer de façon contraignante les émissions de GES de tous les pays du monde de 5% par rapport aux émissions de 1990

❷ – Diminuer de façon contraignante les émissions de GES des pays les moins développés de 5% par rapport aux émissions de 1990

❸ – Diminuer de façon contraignante les émissions de GES des pays industrialisés de 5% par rapport aux émissions de 1990

1 point

4.64 - Parmi, les mécanismes financiers dits de « flexibilité » destinés à faciliter la diminution des émissions des industriels du Nord, comment s'appelle celui qui intéresse directement les pays du Sud ?

Dans la liste suivante entourer le numéro correspondant à la bonne réponse :

❶ : le Mécanisme Permettant de Polluer (MPP)

❷ : le Mécanisme de Développement Permanent (MDP)

❸ : le Mécanisme de Développement Propre (MDP)

❹ : l'Autorisation Temporaire à Polluer (ATP)

1 point

4.65 – Quelles sont les 3 caractéristiques principales de ce mécanisme parmi les propositions suivantes : entourez une proposition pour chaque alinéa

► Approche « Sectorielle », Approche « Politique », **Approche « Projet »**, Approche « Universelle »

► Valorisation financière via : **« Marché d'engagements contraignants »** ; « Marchés volontaires » ; « Fonds Contraignant » ; « Fonds Volontaire »

► **Démarche Volontaire des Pays du Sud** ; Démarche Obligatoire des Porteurs de projet des pays du Sud ; Démarche Obligatoire des Industriels du Nord.

2 points

4.66 – Il existe deux grandes catégories de « projet » : les projets « sources » (ou projets « énergie ») ; et les projets « puits de carbone » (ou « projet LULUCF » (sigle anglais pour Land Use, Land Use Change and Forestry)).

Placez les grands types de projets qui suivent, dans la catégorie appropriée :

- ① Projets de diminution de la consommation de combustible fossile ;**
- ② Projets de gestion des terres cultivées, des pâturages, des forêts naturelles ;**
- ③ Projets de diminution des émissions de GES ;**
- ④ Projets de boisement et de reboisement.**

Utilisez les numéros des alinéas

Catégorie Projets «sources » :

.....①.....

.....③.....

Catégorie Projets « puits de carbone » :

.....②.....

.....④.....

2 points

4.67 – Pour chaque catégorie de projets, inscrivez leurs caractéristiques spécifiques à partir de la liste suivante :

- ① Projets couteux**
- ② Projets moins couteux**
- ③ Diminution d'émissions réversibles**
- ④ Diminution d'émissions pérennes**
- ⑤ Certificats de réduction d'émissions temporaires**
- ⑥ Certificats de réduction d'émissions permanents**

Inscrivez les numéros de chaque alinéa sélectionné

Catégorie Projets « sources » :

...①...

...④...

...⑤...

Catégorie Projets « puits de carbone » :

...②...

...③...

...⑥...

2 points

4.68 - La mise en œuvre de projets labélisés MDP dans le secteur des boisements et des reboisements nécessite l'adoption d'une définition cohérente de la « Forêt » pour tous les pays du monde. Cette définition comprend trois indicateurs de base. Sélectionnez ces indicateurs dans la liste qui suit ?

- ① Surface minimale comprise entre 0,05 ha et 1 ha**
- ② Surface minimale comprise entre 1ha et 1000 ha**
- ③ Couverture arborée minimale comprise entre 10% et 30%**
- ④ Couverture arborée minimale supérieure à 60%**
- ⑤ Hauteur minimale des arbres inférieure à 10m**
- ⑥ Hauteur minimale des arbres comprise entre 2m et 5 m**

Inscrivez les numéros correspondant à la définition des indicateurs validés.

.....①.....

.....③.....

.....⑥.....

2 point

4.69 – Pour satisfaire les quatre critères d'éligibilité principaux au MDP, (pour rappel : l'« additionnalité », le « développement durable », les « pertes associés ou fuites » et les « mesures et contrôles »), il y a la nécessité de caractériser les indicateurs de référence avant la mise en œuvre du projet MDP [scénario de référence] et, de suivre l'évolution de ces indicateurs au cours de la mise en œuvre du projet MDP [scénario du projet].

Le critère d'additionnalité impose de chiffrer la proportion additionnelle de gaz à effet de serre qui est, soit stockée dans un peuplement (sous forme de carbone), soit évitée d'être émise dans l'atmosphère (exprimée en eCO₂), par rapport à ce qui aurait été fait en l'absence de projet MDP.

Sur ces bases donnez la définition de « l'additionnalité » en termes de « bilan de carbone » ?

Entourez le numéro correspondant à la bonne réponse

❶ Le bilan de carbone éligible, c'est le flux de carbone mesuré entre le stock de carbone estimé en début de projet MDP et le stock de carbone évalué en fin de projet MDP.

❷ Le bilan de carbone éligible, c'est la variation du stock de carbone constatée lors de la mise en œuvre du scénario de projet MDP.

❸ Le bilan de carbone éligible, c'est le bilan de carbone du scénario de référence durant une période déterminée, moins le bilan de carbone du scénario de projet MDP mis en œuvre sur une période équivalente.

2 points

4.7 – Mécanisme REDD+

4.71 – Quelle est la différence entre le sigle REDD et le sigle REDD+ ?

REDD sont les approches politiques qui peuvent avoir des impacts sur la réduction de la déforestation et de la dégradation forestière

Le + prend en compte : les incitations positives susceptible de favoriser la préservation des forêts, la gestion durable, et le renforcement des stocks de carbone forestier (via les plantations par exemples)

2 points

4.72 - Quelles sont les 4 caractéristiques principales de ce mécanisme parmi les propositions suivantes : entourez une proposition pour chaque alinéa

► Approche « Sectorielle », Approche « Politique », Approche « Projet », Approche « Universelle »

► Echelle nationale ; Echelle sous-nationale ; Echelle nationale avec approche sous-nationale en phase de transition si consolidation ultérieure

► Valorisation financière via : « Marché d'engagements contraignants » ; « Marchés volontaires » ; « Fonds Contraignant » ; « Fonds Volontaire » ; « Actuellement Fonds Volontaire ».

► Démarche Volontaire des Pays du Sud ; Démarche Obligatoire des pays du Sud ; Démarche Obligatoire des pays du Nord.

2 points

Total général de l'étudiant : / 80